

# Studi Eksperimental Perbandingan Kuat Tekan Batako dengan Menggunakan Bahan Tambah Styrofoam, Sekam Padi dan Abu Sekam Padi

Ervan Ramadhan<sup>1</sup>, Budi Doloksaribu<sup>1\*</sup>, Chitra Utary<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Universitas Musamus  
Merauke, Papua Selatan, Indonesia

\*Correspondent author : [budi@unmus.ac.id](mailto:budi@unmus.ac.id)

**Abstrak** – Batako merupakan bahan bangunan yang digunakan sebagai material penyusun dinding, batako harus melalui perawatan selama 28 hari dari awal pembuatan sesuai prosedurnya. Batako berupa campuran pasir, semen dan air dan pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan tambah (*additive*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi. Tujuan penelitian untuk mengetahui seberapa besar efek penambahan styrofoam, sekam padi, dan abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan batako. serta pengaruh penambahan bahan tambah terhadap batako yang ditinjau terhadap berat batako. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif, dimulai dari pemeriksaan karakteristik dan bobot isi setiap material dengan perbandingan 1 semen 5 pasir yang disubstitusikan dengan persentasi 5%, 10%, 15% dan 20% dari bahan tambah batako dan persentasi 5% dan 10% pada batako kombinasi. Hasil penelitian didapatkan nilai kuat tekan maksimum pada umur 28 hari tanpa bahan tambah (ER1) sebesar 17,029 kg/cm<sup>2</sup>, batako Styrofoam pada (ER2) sebesar 15,245 kg/cm<sup>2</sup>, sekam padi pada (ER6) sebesar 15,245 kg/cm<sup>2</sup>, abu sekam padi (ER10) sebesar 15,347 kg/cm<sup>2</sup>. Batako kombinasi pada (ER19) sebesar 12,848 kg/cm<sup>2</sup>. Presentasi penambahan mempengaruhi kuat dan berat batako, semakin banyak persentasinya maka kuat tekan dan berat batako semakin rendah begitupun sebaliknya.

**Kata kunci:** Batako, kuat tekan, styrofoam, sekam padi, abu sekam padi

**Abstrak** - The bricks are building material used as wall material. Bricks must undergo maintenance for 28 days from the start of manufacture according to the procedure. The bricks are mixture consist of sand, cement and water and can be made using additives. The materials used were Styrofoam, rice husks and rice husk ash to determine the weight and strength of the bricks. The result of this research method uses a quantitative method, starting from examining the fine physical characteristics and bulk weight of each material, then carrying out a mix design, a ratio of 1 cement to 5 sand substituted with a percentage of 5%, 10%, 15% and 20% of each added material. Bricks and percentages of 5% and 10% in combination bricks. The research results showed that the maximum compressive strength value at 28 days without added materials (ER1) was 17.029 kg/cm<sup>2</sup>, Styrofoam bricks at (ER2) were 15.245 kg/cm<sup>2</sup>, rice husks at (ER6) were 15.245 kg/cm<sup>2</sup>, rice husk ash was (ER10) of 15.347 kg/cm<sup>2</sup>. Combination bricks at (ER19) are 12.848 kg/cm<sup>2</sup>. The additional percentage affects the strength and weight of the brick, the higher the percentage, the lower the compressive strength and weight of the brick and vice versa.

**Keywords:** Bricks, compressive strength, styrofoam, paddy husks, paddy husk ash

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan batako sebagai bahan penyusun dinding telah lama dikenal di Indonesia, pada umumnya batako terbuat dari pasir dan semen yang dicampur dengan air guna terjadinya proses pengerasan, batako mempunyai berat jenis yang lebih ringan dibandingkan dengan bata merah [1]. Penggunaan batako sudah sangat banyak diterapkan pada kehidupan sehari-hari sebagai bahan material penyusun dinding dalam proyek pembangunan perumahan maupun gedung, dikarenakan selain memiliki berat yang lebih ringan batako juga berukuran lebih besar sehingga proses pemasangannya yang lebih cepat dan menghemat waktu pekerjaan dan dari segi analisa biaya pekerjaan batako juga mempunyai biaya analisa paling sedikit dibandingkan dengan bata merah [2].

Beban mati akibat berat sendiri bangunan memegang peranan cukup penting dalam tingkat kekuatan dari seluruh struktur, khususnya jika berada pada daerah yang memiliki daya dukung tanah yang kurang baik contohnya di daerah rawa hal ini menyebabkan beban struktur yang meningkat secara linier dengan berat suatu bangunan sehingga memungkinkan bangunan tersebut bergeser mengalami penurunan dalam jangka waktu tertentu [3]. Salah satu alternatif dalam pembuatan batako adalah dengan menambahkan agregat yang mempunyai sifat fisis yang bermassa rendah pada adonan batako agar batako menjadi ringan, beberapa penelitian ada yang menambahkan dengan campuran-campuran dari bahan limbah *organic* maupun *anorganic* yang memiliki massa fisis rendah demi terciptanya batako yang ringan serta tidak mengurangi kualitas dari batako itu sendiri [4].

Terlepas dari itu, berdasarkan kondisi kota Merauke yang mayoritasnya mempunyai pekerjaan pada bidang pertanian yang membuat banyaknya persawahan di daerah-daerah khususnya pedesaan, secara otomatis juga terdapat banyak limbah sekam padi hasil dari penggilingan pada pabrik pertanian di wilayah tersebut. Dengan demikian maka limbah sekam padi dapat dimanfaatkan sehingga tidak berdampak pada lingkungan. Sekam padi merupakan salah satu bahan alam yang mengandung banyak lignoselulosa yang dimana kandungan ini mempunyai reaksi menimbulkan sifat yang kuat dan kaku. Silika yang terkandung didalam sekam padi juga mempertingkatkan sifat fisik material serta

mekanis, diantaranya meningkatkan kuat tekan, kuat lentur, menstabilkan panas, modulus serta sifat termal [5-6].

Demikian halnya dengan Styrofoam yang merupakan limbah hasil dari kemasan makanan tertentu maupun kemasan pembungkus benda elektronik yang terdapat di tempat-tempat pembuangan sampah dan dimana limbah plastik ini mempunyai proses penguraian di alam yang memakan waktu bertahun-tahun bahkan hingga ratusan tahun, selain itu juga bersifat mencemari lingkungan akan lebih baik halnya bila limbah ini diolah menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat yakni sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako. Styrofoam merupakan benda yang tergolong kedalam keluarga plastik yang sering juga disebut elastik busa maupun dalam bahasa sehari-hari yang kita ketahui yaitu gabus. Styrofoam tersusun dari butiran-butiran yang memiliki kerapatan yang rendah dan juga mempunyai berat yang ringan karena terdapatnya ruang diantara butiran yang berisi udara. Styrofoam ini tidak bisa menghantarkan panas sehingga Styrofoam ini memiliki salah satu keuntungan yaitu bisa menjadikannya insulator panas yang cukup baik [7].

Penelitian ini ialah untuk mencari nilai kuat tekan batako dengan menggunakan bahan tambah Styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi. Material yang digunakan merupakan material lokal pasir dari kampung domande serta menggunakan bahan tambah berupa limbah yang berpotensi menjadi sampah yang banyak terdapat di tempat-tempat pembuangan sampah di daerah sekitaran kota Merauke.

Penelitian tentang nilai kuat tekan batako telah banyak dilakukan dengan menggunakan bahan tambah sekam padi. Pada penelitian ini, bahan tambah yang digunakan tidak hanya sekam padi, tetapi juga menggunakan styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi dengan pencampuran tersebut yang berpotensi mengurangi berat dari batako.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar efek dari penambahan styrofoam, sekam padi, dan abu sekam padi terhadap nilai kuat tekan batako. serta pengaruh penambahan styrofoam, sekam padi, dan abu sekam padi terhadap batako yang ditinjau terhadap berat batako.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus, disesuaikan dengan ketentuan yang di standarkan dengan SNI 03-0349-1989 (Syarat fisik Batako)[8].

Tabel 1. Syarat-syarat fisik batako

| Syarat-syarat fisik                             | Sat.               | Tingkat mutu bata beton pejal |    |     |    | Tingkat mutu bata beton berlobang |    |     |    |
|-------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|----|-----|----|-----------------------------------|----|-----|----|
|                                                 |                    | I                             | II | III | IV | I                                 | II | III | IV |
| Kekuatan Tekan total (Bruto) rata-rata minimal. | Kg/cm <sup>2</sup> | 100                           | 70 | 40  | 25 | 70                                | 50 | 35  | 20 |
| Kekuatan Tekan total (Bruto) masing-masing uji  | kg/cm <sup>2</sup> | 90                            | 65 | 35  | 21 | 65                                | 45 | 30  | 17 |
| Penyerapan air rata-rata maksimal.              | %                  | 25                            | 35 | -   | -  | 25                                | 35 | -   | -  |

### 2.1. Material

Material yang digunakan ialah material pasir lokal yang berasal dari kota Merauke tepatnya kampung domande, Provinsi Papua Selatan. Dan material bahan tambah yang digunakan terdapat beberapa jenis yaitu: Styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi, Material yang telah diambil tersebut maka selanjutnya akan dilakukan pengujian sifat fisis dari pasir dan mekanis pada sampel batako.

Pada pengujian sifat fisis dilakukan beberapa pengujian berupa Analisa saringan agregat halus, kadar air, kadar lumpur, berat jenis SSD dan penyerapan, kadar organik, dan pengujian bobot material bahan tambahannya.

### 2.2. Pelaksanaan pengujian

Pengujian-pengujian sifat fisis Agregat ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari setiap agregat material yang digunakan meliputi Analisa saringan agregat halus (pasir), kadar air, kadar lumpur, berat jenis SSD dan penyerapan, kadar organik, dan pengujian bobot isi pada material bahan tambahannya. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan cara membuat sampel dari hasil setelah itu dilakukan perencanaan campuran, kemudian dicetak dengan cara pemadatan pada cetakan sampel batako.

Setelah melewati masa pemeraman selama 28 hari batako kemudian diukur dan ditimbang untuk mengetahui berat volumenya sebelum dilakukannya pengujian uji kuat tekan. Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut: Data Sekunder

$$B_v = \frac{B}{V} \quad (1)$$

Pengujian sifat mekanis dilakukan pengujian kuat tekan batako. Nilai kuat tekan didapat dari pembacaan mesin tekan beton[9]. Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

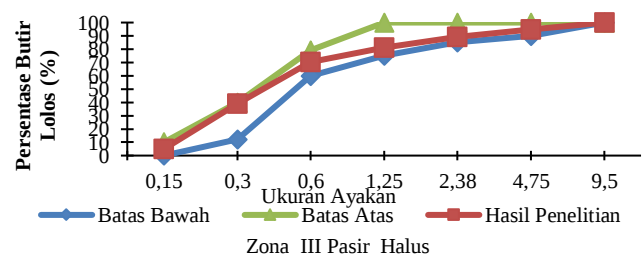
$$f_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian sifat fisis material

#### a. Analisa saringan agregat halus (pasir)

Pengujian Analisa saringan agregat halus berlandaskan pada SNI 03-1968-1990.[10] Berdasarkan hasil perhitungan persen kumulatif yang tertahan diperoleh nilai sebesar 320 Hasil berada pada gradasi zona III (pasir agak halus). Dapat dilihat pada grafik di bawah.



Gambar 1. Grafik zona gradasi III agregat halus (pasir)

b. Pengujian kadar air agregat halus (pasir)

Menurut SNI 03-1971-1990 (Metode Pengujian Kadar Air Agregat) untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.[11] Berdasarkan perhitungan kadar air agregat diperoleh kadar air rata-rata dari ketiga sampel yang terkandung dalam agregat halus sebesar 7,45 %.

c. Pengujian kadar lumpur agregat halus (pasir)

Pengujian kadar lumpur agregat bertujuan untuk menentukan persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Maksud dari pengujian ini untuk mengetahui kandungan kadar lumpur agregat dengan ketentuan persentase kadar lumpur tidak lebih dari 5%. Berdasarkan perhitungan kadar lumpur agregat diperoleh kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus sebesar 2,00 % (memenuhi persyaratan yang ditentukan menurut SNI 03-1968-1990 yaitu <5 %).

d. Pengujian berat jenis SSD dan penyerapan agregat halus (pasir)

Pengujian berat jenis pada pembuatan batako digunakan untuk menghitung volume yang ditempati oleh agregat pada pencampuran batako yang diproporsikan berdasarkan volume yang sudah ditentukan. Sedangkan pengujian penyerapan agregat untuk menghitung perubahan berat dari suatu agregat akibat air yang menyerap ke dalam pori di antara partikel pokok dibandingkan dengan pada saat kondisi kering.[12] Pada perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus di atas diperoleh berat jenis rata-rata sebesar 2,876 dan penyerapan agregat halus diperoleh sebesar 3,953 %.

e. Pengujian kadar organik agregat halus (pasir)

Dari hasil pengujian kadar organik di Laboratorium dengan mencampurkan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 3% dengan air pada agregat halus (pasir) menunjukkan perubahan warna yang tidak melebihi batas kadar maksimum. Dari penglihatan secara visual setelah dilakukan pencampuran dan didiamkan selama 24 jam [14] diperoleh hasil warna dari cairan memiliki warna coklat terang.

f. Pengujian bobot isi

Pengujian bobot isi pada pembuatan batako digunakan untuk mengetahui perbandingan berat agregat dengan volumenya. Dari pengujian diperoleh berat perbandingan pasir dengan volumenya sebesar 1,592 gram/cm<sup>3</sup>, semen 1,147 gram/cm<sup>3</sup>, Styrofoam 0,016 gram/cm<sup>3</sup>, sekam padi 0,165 gram/cm<sup>3</sup>, dan abu sekam padi 0,301 gram/cm<sup>3</sup>.

g. Rekapitulasi pengujian

Pengujian sifat fisis adalah sebagai pertimbangan untuk merencanakan pencampuran perbandingan komposisi dari sampel benda uji batako. Pengujian sifat fisis agregat ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus Merauke. Dari hasil pengujian sifat fisis dari masing-masing agregat didapatkan nilai-nilai pengujian sebagai berikut:

Tabel 2. Data hasil uji bahan penyusun batako

| Jenis data pengujian              | Jenis bahan |                     |           |            |                |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|-----------|------------|----------------|
|                                   | Semen       | Pasir               | Styrofoam | Sekam padi | Abu sekam padi |
| Berat jenis                       | 3,05        | 2,876               | 0,016     | 0,122      | 0,205          |
| Bobot isi (gram/cm <sup>3</sup> ) | 1,147       | 1,592               | 0,016     | 0,165      | 0,301          |
| Gradasi                           | -           | Zona 3              | -         | -          | -              |
| Kadar air                         | -           | 7,45%               | -         | -          | -              |
| Kadar lumpur                      | -           | 2,00%               | -         | -          | -              |
| Kadar organik                     | -           | Warna coklat terang | -         | -          | -              |

3.2 Perbandingan campuran bahan tambah batako

Simulasi proporsi yang pertama adalah 1PC (semen): 5PS (pasir): 5%, 10%, 15%, 20% dan yang kedua adalah 1PC: 5PS: 5%, 10%. yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Perbandingan campuran bahan tambah penyusun batako

| Kode sampel | Perbandingan 1:5 |            | Perbandingan Bahan Tambah (%) |            |                |
|-------------|------------------|------------|-------------------------------|------------|----------------|
|             | Semen (Kg)       | Pasir (kg) | Styrofoam                     | Sekam Padi | Abu Sekam Padi |
| ER1         | 1                | 5          | -                             | -          | -              |
| ER2         | 1                | 5          | 5                             | -          | -              |
| ER3         | 1                | 5          | -                             | 5          | -              |
| ER4         | 1                | 5          | -                             | -          | 5              |
| ER5         | 1                | 5          | 10                            | -          | -              |
| ER6         | 1                | 5          | -                             | 10         | -              |
| ER7         | 1                | 5          | -                             | -          | 10             |
| ER8         | 1                | 5          | 15                            | -          | -              |
| ER9         | 1                | 5          | -                             | 15         | -              |
| ER10        | 1                | 5          | -                             | -          | 15             |
| ER11        | 1                | 5          | 20                            | -          | -              |
| ER12        | 1                | 5          | -                             | 20         | -              |
| ER13        | 1                | 5          | -                             | -          | 20             |
| ER14        | 1                | 5          | 5                             | 5          | -              |
| ER15        | 1                | 5          | 5                             | 5          | 5              |
| ER16        | 1                | 5          | 5                             | 5          | 10             |
| ER17        | 1                | 5          | 5                             | -          | 5              |
| ER18        | 1                | 5          | 5                             | 10         | 5              |
| ER19        | 1                | 5          | -                             | 5          | 5              |
| ER20        | 1                | 5          | 10                            | 5          | 5              |
| ER21        | 1                | 5          | 10                            | 5          | -              |
| ER22        | 1                | 5          | 10                            | 5          | 10             |
| ER23        | 1                | 5          | 10                            | -          | 5              |
| ER24        | 1                | 5          | 10                            | 10         | 5              |
| ER25        | 1                | 5          | -                             | 5          | 10             |
| ER26        | 1                | 5          | 10                            | 10         | 10             |

Ukuran dimensi cetakan batako yang digunakan adalah 10x20x40 cm, jadi volumenya sebesar 0,008 m<sup>3</sup>. Dengan demikian besar kebutuhan bahan berdasar komposisi campuran batako per buah tanpa bahan tambah.

Dari komposisi campuran di atas maka bisa dilakukan pembuatan 5 buah sampel. Hasil pengolahan data penyusun batako dilakukan penjumlahan material didapatkan kebutuhan bahan satu benda uji yaitu, Semen sebanyak 39,763 kg, Pasir 275,947kg, Styrofoam 0,144 kg, sekam padi

1,320 kg, dan Abu sekam padi sebesar 2,508 kg. Sedangkan untuk bahan per lima benda uji yaitu, Semen sebanyak 198,813 kg, Pasir 1.379,733 kg, Styrofoam 0,720 kg, Sekam padi 6,600 kg, dan Abu sekam padi sebesar 12,542 kg.

### 3.1 Hasil pengujian berat volume batako

Hasil pengujian berat volume batako pada umur 28 hari, menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Bv = \frac{B}{V} \text{ (gram/cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volume benda uji } 40 \times 20 \times 10 = 8.000 \text{ cm}^3$$

Berat benda uji ER1

$$= 12.100 \text{ gram/cm}^3$$

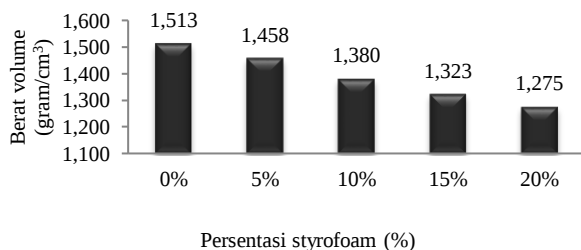
Berat volume rata-rata dari 5 benda uji

$$= \frac{12.100}{8000} = 1,513 \text{ gram/cm}^3$$

#### a. Pengujian berat volume batako Styrofoam

Tabel 4. Berat volume Styrofoam

| kode | Bahan tambah | Dimensi |        |        |                         | Berat benda uji (gr) | Berat volume (gr/cm <sup>3</sup> ) | Berat volume rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|------|--------------|---------|--------|--------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|
|      |              | P (mm)  | T (mm) | L (mm) | Vol. (cm <sup>3</sup> ) |                      |                                    |                                              |
| ER1  | 0%           | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12100                | 1,513                              | 1,513                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12000                | 1,500                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12100                | 1,513                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12400                | 1,550                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11900                | 1,488                              |                                              |
| ER2  | 5%           | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11800                | 1,475                              | 1,458                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11700                | 1,463                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11700                | 1,463                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11600                | 1,450                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11000                | 1,375                              |                                              |
| ER3  | 10%          | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11200                | 1,400                              | 1,380                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10900                | 1,363                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11100                | 1,388                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11000                | 1,375                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10900                | 1,363                              |                                              |
| ER4  | 15%          | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10700                | 1,338                              | 1,323                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10500                | 1,313                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10300                | 1,288                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10500                | 1,313                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11000                | 1,375                              |                                              |
| ER5  | 20%          | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10000                | 1,250                              | 1,275                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10000                | 1,250                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10000                | 1,250                              |                                              |



Gambar 2. Grafik hubungan antara berat volume terhadap persentase substitusi bahan tambah Styrofoam pada batako

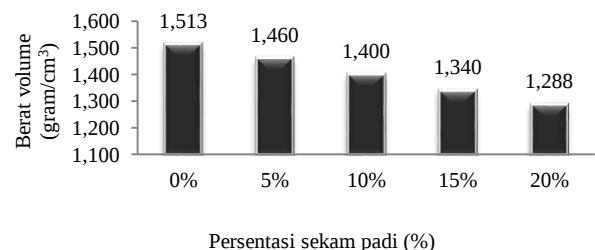
Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

- (ER1) 0% Styrofoam memiliki berat volume rata-rata sebesar 1,513 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER2) 5% Styrofoam mengalami penurunan sebesar 3,6 % dengan berat 1,458 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER3) 10% Styrofoam penurunan sebesar 8,8 % dengan berat 1,380 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER4) 15% Styrofoam penurunan sebesar 12,6 % dengan berat 1,323 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER5) 20% Styrofoam penurunan sebesar 15,7 % dengan berat sebesar 1,275 gram/cm<sup>3</sup>.

#### b. Pengujian berat volume batako sekam padi

Tabel 5. Berat volume Sekam padi

| Kode | Bahan tambah | Dimensi |        |        |                         | Berat benda uji (gr) | Berat volume (gr/cm <sup>3</sup> ) | Berat volume rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|------|--------------|---------|--------|--------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|
|      |              | P (mm)  | T (mm) | L (mm) | Vol. (cm <sup>3</sup> ) |                      |                                    |                                              |
| ER1  | 0%           | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12100                | 1,513                              | 1,513                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12000                | 1,500                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12100                | 1,513                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 12400                | 1,550                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11900                | 1,488                              |                                              |
| ER6  | 5%           | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11800                | 1,475                              | 1,460                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11700                | 1,463                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11600                | 1,450                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11700                | 1,463                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11600                | 1,450                              |                                              |
| ER7  | 10%          | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11200                | 1,400                              | 1,400                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11100                | 1,388                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11300                | 1,413                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 11200                | 1,400                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10800                | 1,350                              |                                              |
| ER8  | 15%          | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10600                | 1,325                              | 1,340                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10800                | 1,350                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10500                | 1,313                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10900                | 1,363                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10400                | 1,300                              |                                              |
| ER9  | 20%          | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10300                | 1,288                              | 1,288                                        |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10200                | 1,275                              |                                              |
|      |              | 400     | 200    | 100    | 8000                    | 10200                | 1,275                              |                                              |



Gambar 3. Grafik hubungan antara berat volume terhadap persentase substitusi bahan tambah Sekam padi pada batako

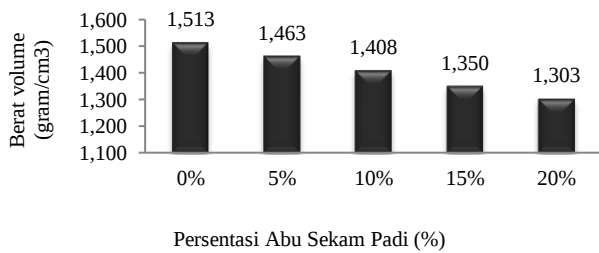
Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

- (ER1) 0% sekam padi memiliki berat volume sebesar 1,513 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER6) 5% sekam padi mengalami penurunan sebesar 3,5 % menghasilkan berat 1,460 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER7) 10% sekam padi mengalami penurunan sebesar 7,4 % dengan berat 1,400 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER8) 15% sekam padi mengalami penurunan sebesar 11,4 % dengan berat 1,340 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER9) 20% sekam padi penurunan sebesar 14,9 % dengan berat sebesar 1,288 gram/cm<sup>3</sup>.

c. Pengujian berat volume batako abu sekam padi

Tabel 6. Berat volume Abu sekam padi

| Kode | Bahan tambah | Dimensi |      |      |                    | Berat benda uji | Berat volume          | Berat volume rata-rata |
|------|--------------|---------|------|------|--------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
|      |              | P       | T    | L    | Vol.               |                 |                       |                        |
|      |              | (mm)    | (mm) | (mm) | (cm <sup>3</sup> ) | (gr)            | (gr/cm <sup>3</sup> ) | (gr/cm <sup>3</sup> )  |
| ER1  | 0%           | 400     | 200  | 100  | 8000               | 12100           | 1,513                 | 1,513                  |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 12000           | 1,500                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 12100           | 1,513                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 12400           | 1,550                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11900           | 1,488                 |                        |
| ER10 | 5%           | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11700           | 1,463                 | 1,463                  |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11800           | 1,475                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11600           | 1,450                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11600           | 1,450                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11800           | 1,475                 |                        |
| ER11 | 10%          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11200           | 1,400                 | 1,408                  |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11400           | 1,425                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11600           | 1,450                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11000           | 1,375                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |
| ER12 | 15%          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10800           | 1,350                 | 1,350                  |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11000           | 1,375                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10800           | 1,350                 |                        |
| ER13 | 20%          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10400           | 1,300                 | 1,303                  |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10500           | 1,313                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10500           | 1,313                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10300           | 1,288                 |                        |
|      |              | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10400           | 1,300                 |                        |



Gambar 4. Grafik hubungan antara berat volume terhadap persentase substitusi bahan tambah Abu ekam padi pada batako

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

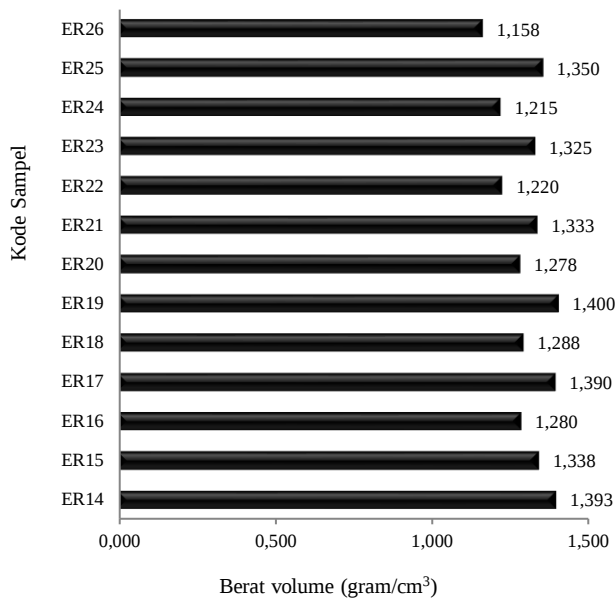
- (ER1) memiliki berat volume sebesar 1,513 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER10) 5% abu sekam padi pada mengalami penurunan sebesar 3,3 % meghasilkan berat 1,463 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER11) 10% abu sekam padi mengalami penurunan sebesar 6,9 % menghasilkan berat 1,408 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER12) 15% abu sekam padi penurunan sebesar 10,7 % dengan berat 1,350 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER13) 20% abu sekam padi penurunan sebesar 13,9 % berat sebesar 1,303 gram/cm<sup>3</sup>.

d. Pengujian berat volume batako kombinasi

Tabel 7. Berat volume batako kombinasi

| Kode | Bahan tambah   | Dimensi |      |      |                    | Berat benda uji | Berat volume          | Berat volume rata-rata |
|------|----------------|---------|------|------|--------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
|      |                | P       | T    | L    | Vol.               |                 |                       |                        |
|      |                | (mm)    | (mm) | (mm) | (cm <sup>3</sup> ) | (gr)            | (gr/cm <sup>3</sup> ) | (gr/cm <sup>3</sup> )  |
| ER14 | (5% St, 5% Sp) | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 | 1,393                  |
|      |                | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11300           | 1,413                 |                        |
|      |                | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11000           | 1,375                 |                        |
|      |                | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |

| Kode | Bahan tambah             | Dimensi |      |      |                    | Berat benda uji | Berat volume          | Berat volume rata-rata |
|------|--------------------------|---------|------|------|--------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
|      |                          | P       | T    | L    | Vol.               |                 |                       |                        |
|      |                          | (mm)    | (mm) | (mm) | (cm <sup>3</sup> ) | (gr)            | (gr/cm <sup>3</sup> ) | (gr/cm <sup>3</sup> )  |
| ER15 | (5%St, 5% Sp, 5% Asp)    | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11200           | 1,400                 | 1,338                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
| ER16 | (5%St, 5% Sp, 10% Asp)   | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10300           | 1,288                 | 1,280                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10100           | 1,263                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10400           | 1,300                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10200           | 1,275                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10200           | 1,275                 |                        |
| ER17 | (5%St, 0% Sp, 5% Asp)    | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 | 1,390                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11200           | 1,400                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10400           | 1,300                 |                        |
| ER18 | (5%St, 10% Sp, 5% Asp)   | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10200           | 1,275                 | 1,288                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10100           | 1,263                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10200           | 1,275                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11200           | 1,400                 |                        |
| ER19 | (0%St, 5% Sp, 5% Asp)    | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 | 1,400                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11300           | 1,413                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11300           | 1,413                 |                        |
| ER20 | (10%St, 5% Sp, 5% Asp)   | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10200           | 1,275                 | 1,278                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10200           | 1,275                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10300           | 1,288                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10200           | 1,275                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 |                        |
| ER21 | (10%St, 5% Sp, 0% Asp)   | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 | 1,333                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10800           | 1,350                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9800            | 1,225                 |                        |
| ER22 | (10%St, 5% Sp, 10% Asp)  | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9600            | 1,200                 | 1,220                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9900            | 1,238                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9900            | 1,238                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9600            | 1,200                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 |                        |
| ER23 | (10%St, 0% Sp, 5% Asp)   | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 | 1,325                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10600           | 1,325                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10500           | 1,313                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9800            | 1,225                 |                        |
| ER24 | (10%St, 10% Sp, 5% Asp)  | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9800            | 1,225                 | 1,215                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9800            | 1,225                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9600            | 1,200                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9600            | 1,200                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10800           | 1,350                 |                        |
| ER25 | (0%St, 5% Sp, 10% Asp)   | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10800           | 1,350                 | 1,350                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10800           | 1,350                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10800           | 1,350                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10900           | 1,363                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 10700           | 1,338                 |                        |
| ER26 | (10%St, 10% Sp, 10% Asp) | 400     | 200  | 100  | 8000               | 9300            | 1,163                 | 1,158                  |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11100           | 1,388                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11300           | 1,413                 |                        |
|      |                          | 400     | 200  | 100  | 8000               | 11300           | 1,413                 |                        |



Gambar 5. Grafik hubungan antara berat volume terhadap persentase substitusi bahan tambah batako kombinasi

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

- (ER1) 0% memiliki berat volume sebesar 1,513 gram/cm³.
- (ER14) 5% St, 5% Sp penurunan sebesar 7,93 % berat 1,393 gram/cm³.
- (ER15) 5%St, 5% Sp, 5% Asp penurunan sebesar 11,57 % berat 1,338 gram/cm³.
- (ER16) 5%St, 5% Sp, 10% Asp penurunan sebesar 15,37 % berat 1,280 gram/cm³.
- (ER17) 5%St, 0% Sp, 5% Asp penurunan sebesar 8,10 % berat 1,390 gram/cm³.
- (ER18) 5%St, 10% Sp, 5% Asp penurunan sebesar 14,88 % berat 1,288 gram/cm³.
- (ER19) 0%St, 5% Sp, 5% Asp penurunan sebesar 7,44 % berat 1,400 gram/cm³.
- (ER20) 10%St, 5% Sp, 5% Asp penurunan sebesar 15,54 % berat 1,278 gram/cm³.
- (ER21) 10%St, 5% Sp, 0% Asp penurunan sebesar 11,90 % berat 1,333 gram/cm³.
- (ER22) 10%St, 5% Sp, 10% Asp penurunan sebesar 19,34 % berat 1,220 gram/cm³.
- (ER23) 10%St, 0% Sp, 5% Asp penurunan sebesar 12,40 % berat 1,325 gram/cm³.
- (ER24) 10%St, 10% Sp, 5% Asp penurunan sebesar 19,67 % berat 1,215 gram/cm³.
- (ER25) 0%St, 5% Sp, 10% Asp penurunan sebesar 10,74 % berat 1,350 gram/cm³.
- (ER26) 10%St, 10% Sp, 10% Asp penurunan sebesar 23,47 % berat 1,158 gram/cm³

### 3.2 Hasil pengujian berat volume batako

Hasil contoh perhitungan pengujian kuat tekan batako kode sampel ER1 dilakukan pada umur 28 hari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Gaya tekan maksimum} = 70.000 \text{ N}$$

$$\text{Luas penampang} = 40.000 \text{ mm}^2$$

Kuat tekan

$$= \frac{70.000}{40.000} = 1,625 \text{ N/mm}^2$$

Konversi N/mm² ke Kg/cm²

$$= 1,625 \times 10,197 = 16,570 \text{ Kg/cm}^2$$

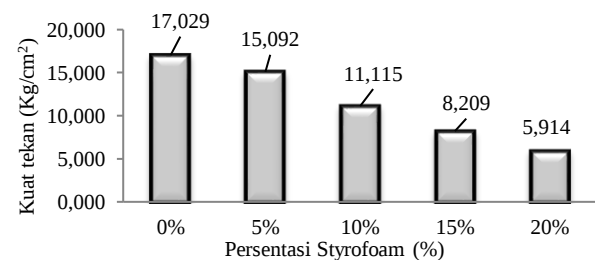
Konversi Kg/cm² ke Mpa

$$= \frac{16,570}{10,197} = 1,625 \text{ Mpa}$$

a. Pengujian uji kuat tekan batako styrofoam

Tabel 8. Kuat tekan Styrofoam

| Kode | Bahan tambah | Dimensi |        |            | Gaya tekan (N) | Kuat tekan (Kg/cm²) | Kuat tekan rata-rata (kg/cm²) |
|------|--------------|---------|--------|------------|----------------|---------------------|-------------------------------|
|      |              | p (mm)  | l (mm) | Luas (mm²) |                |                     |                               |
| ER1  | 0%           | 400     | 100    | 40000      | 70000          | 16,570              | 17,029                        |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 70000          | 17,845              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 67000          | 17,080              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 67000          | 17,080              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 74000          | 16,570              |                               |
| ER2  | 5%           | 400     | 100    | 40000      | 60000          | 15,96               | 15,092                        |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 55000          | 14,021              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 62000          | 15,806              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 64000          | 16,316              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 55000          | 14,021              |                               |
| ER3  | 10%          | 400     | 100    | 40000      | 50000          | 12,747              | 11,115                        |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 45000          | 11,472              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 45000          | 11,472              |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 38000          | 9,687               |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 40000          | 10,197              |                               |
| ER4  | 15%          | 400     | 100    | 40000      | 29000          | 7,393               | 8,209                         |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 29000          | 7,393               |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 30000          | 7,648               |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 38000          | 9,687               |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 35000          | 8,923               |                               |
| ER5  | 20%          | 400     | 100    | 40000      | 25000          | 6,373               | 5,914                         |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 21000          | 5,354               |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 20000          | 5,099               |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 25000          | 6,373               |                               |
|      |              | 400     | 100    | 40000      | 25000          | 6,373               |                               |



Gambar 6. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap persentase substitusi bahan tambah Styrofoam pada batako

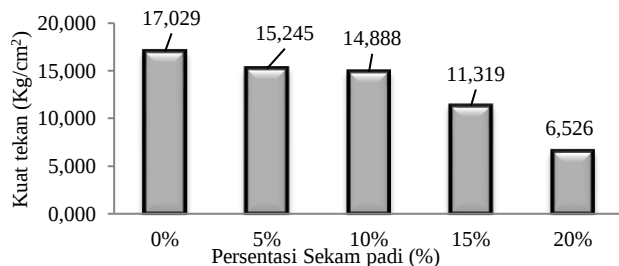
Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

- (ER1) 0% Styrofoam menghasilkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 17,029 kg/cm².
- (ER2) 5% Styrofoam penurunan sebesar 11,6 % nilai kuat tekan maksimum 15,092 kg/cm²,
- (ER3) 10% Styrofoam penurunan sebesar 34,7 % nilai kuat tekan maksimum 11,115 kg/cm²,
- (ER4) 15% Styrofoam penurunan sebesar 51,8 % nilai kuat tekan maksimum 8,209 kg/cm².
- (ER5) 20% Styrofoam penurunan sebesar 65,3 % nilai kuat tekan maksimum 5,914 kg/cm².

b. Pengujian uji kuat tekan batako sekam padi

Tabel 9. Kuat tekan Sekam padi

| Kode | Bahan tambah | Dimensi   |           |              | Gaya tekan<br>(N) | Kuat tekan<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat tekan rata-rata<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|--------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
|      |              | p<br>(mm) | l<br>(mm) | Luas<br>(mm) |                   |                                     |                                               |
| ER1  | 0%           | 400       | 100       | 40000        | 70000             | 16,570                              | 17,029                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 70000             | 17,845                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 67000             | 17,080                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 67000             | 17,080                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 74000             | 16,570                              |                                               |
| ER6  | 5%           | 400       | 100       | 40000        | 58000             | 14,786                              | 15,245                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 60000             | 15,296                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 64000             | 16,316                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 62000             | 15,806                              |                                               |
| ER7  | 10%          | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              | 14,888                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 60000             | 15,296                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 62000             | 15,806                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 60000             | 15,296                              |                                               |
| ER8  | 15%          | 400       | 100       | 40000        | 45000             | 11,472                              | 11,319                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 50000             | 12,747                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 45000             | 11,472                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 38000             | 9,687                               |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 44000             | 11,217                              |                                               |
| ER9  | 20%          | 400       | 100       | 40000        | 28000             | 7,138                               | 6,526                                         |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 21000             | 5,354                               |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 25000             | 6,373                               |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 27000             | 6,883                               |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 27000             | 6,883                               |                                               |



Gambar 7. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap persentase substitusi bahan tambah sekam padi pada batako

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

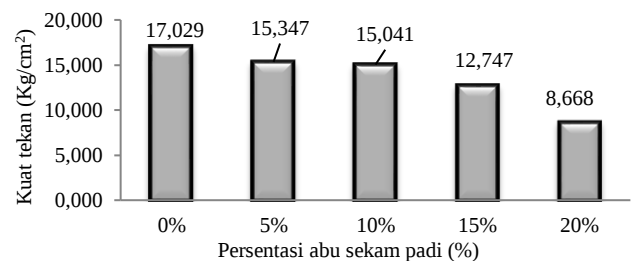
- (ER1) 0% sekam padi menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 17,029 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER6) 5% sekam padi penurunan sebesar 10,5 % nilai kuat tekan 15,245 kg/cm<sup>2</sup>,
- (ER7) 10% sekam padi penurunan sebesar 12,6 % nilai kuat tekan 14,888 kg/cm<sup>2</sup>,
- (ER8) 15% sekam padi penurunan sebesar 33,5 % nilai kuat tekan 11,319 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER9) 20% sekam padi penurunan sebesar 61,7 % nilai kuat tekan sebesar 6,526 kg/cm<sup>2</sup>.

c. Pengujian uji kuat tekan batako abu sekam padi

Tabel 10. Kuat tekan abu sekam padi

| Kode | Bahan tambah | Dimensi   |           |              | Gaya tekan<br>(N) | Kuat tekan<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat tekan rata-rata<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|--------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
|      |              | p<br>(mm) | l<br>(mm) | Luas<br>(mm) |                   |                                     |                                               |
| ER1  | 0%           | 400       | 100       | 40000        | 65000             | 16,570                              | 17,029                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 70000             | 17,845                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 67000             | 17,080                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 65000             | 16,570                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 64000             | 16,316                              |                                               |
| ER10 | 5%           | 400       | 100       | 40000        | 60000             | 15,296                              | 15,347                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 65000             | 16,570                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |

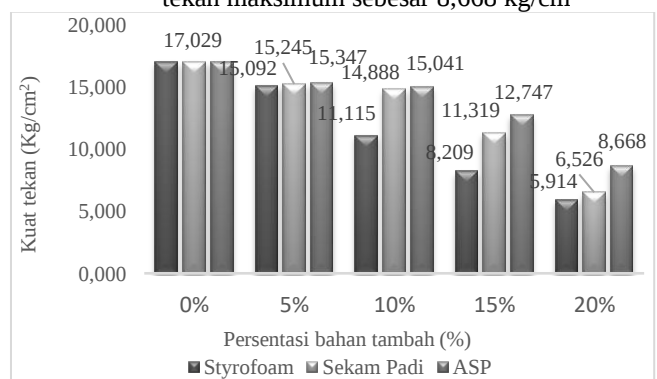
| Kode | Bahan tambah | Dimensi   |           |              | Gaya tekan<br>(N) | Kuat tekan<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat tekan rata-rata<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|--------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
|      |              | p<br>(mm) | l<br>(mm) | Luas<br>(mm) |                   |                                     |                                               |
| ER11 | 10%          | 400       | 100       | 40000        | 57000             | 14,531                              | 14,633                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 60000             | 15,296                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 57000             | 14,531                              |                                               |
| ER12 | 15%          | 400       | 100       | 40000        | 60000             | 15,296                              | 12,747                                        |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 55000             | 14,021                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 45000             | 11,472                              |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 50000             | 12,747                              |                                               |
| ER13 | 20%          | 400       | 100       | 40000        | 45000             | 11,472                              | 8,668                                         |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 35000             | 8,923                               |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 35000             | 8,923                               |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 30000             | 7,648                               |                                               |
|      |              | 400       | 100       | 40000        | 35000             | 8,923                               |                                               |



Gambar 8. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap persentase substitusi bahan tambah abu sekam padi pada batako

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

- (ER1) 0% abu sekam padi memiliki nilai kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 17,029 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER10) 5% abu sekam padi pada batako mengalami penurunan sebesar 9,88 % dengan nilai kuat tekan maksimum 15,347 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER11) 10% abu sekam padi mengalami penurunan sebesar 11,68 % dengan nilai kuat tekan maksimum 15,041 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER12) 15% abu sekam padi mengalami penurunan sebesar 25,15 % dengan nilai kuat tekan maksimum 12,747 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER13) 20% abu sekam padi mengalami penurunan sebesar 49,10 % dengan nilai kuat tekan maksimum sebesar 8,668 kg/cm<sup>2</sup>

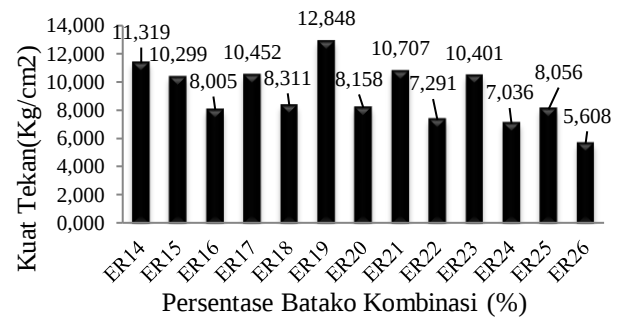


Gambar 9. Grafik perbandingan kuat tekan batako dengan menggunakan bahan tambah Styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi

d. Pengujian uji kuat tekan batako kombinasi

Tabel 11. Kuat tekan batako kombinasi

| Kode | Bahan tamba<br>h               | Dimensi |      |                    | Gaya<br>tekan<br>(N) | Kuat<br>tekan<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Kuat<br>tekan<br>rata-rata<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------|--------------------------------|---------|------|--------------------|----------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|      |                                | p       | l    | Luas               |                      |                                        |                                                     |
|      |                                | (mm)    | (mm) | (mm <sup>2</sup> ) |                      |                                        |                                                     |
| ER14 | (5% St,<br>5% Sp)              | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 | 11,319                                              |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 42000                | 10,707                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 45000                | 11,472                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 50000                | 12,747                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 45000                | 11,472                                 |                                                     |
| ER15 | (5%St,<br>5% Sp,<br>5% Asp)    | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 | 10,299                                              |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 42000                | 10,707                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
| ER16 | (5%St,<br>5% Sp,<br>10% Asp)   | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  | 8,005                                               |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 25000                | 6,373                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 35000                | 8,923                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 35000                | 8,923                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 32000                | 8,158                                  |                                                     |
| ER17 | (5%St,<br>0% Sp,<br>5% Asp)    | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 | 10,452                                              |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 45000                | 11,472                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 45000                | 11,472                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 35000                | 8,923                                  |                                                     |
| ER18 | (5%St,<br>10% Sp,<br>5% Asp)   | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  | 8,311                                               |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 36000                | 9,177                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 32000                | 8,158                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 35000                | 8,923                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  |                                                     |
| ER19 | (0%St,<br>5% Sp,<br>5% Asp)    | 400     | 100  | 40000              | 50000                | 12,747                                 | 12,848                                              |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 50000                | 12,747                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 48000                | 12,237                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 50000                | 12,747                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 54000                | 13,766                                 |                                                     |
| ER20 | (10%St,<br>5% Sp,<br>5% Asp)   | 400     | 100  | 40000              | 36000                | 9,177                                  | 8,158                                               |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 36000                | 9,177                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 28000                | 7,138                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 35000                | 8,923                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 25000                | 6,373                                  |                                                     |
| ER21 | (10%St,<br>5% Sp,<br>0% Asp)   | 400     | 100  | 40000              | 45000                | 11,472                                 | 10,707                                              |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 45000                | 11,472                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
| ER22 | (10%St,<br>5% Sp,<br>10% Asp)  | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  | 7,291                                               |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 34000                | 8,668                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 25000                | 6,373                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 29000                | 7,393                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 25000                | 6,373                                  |                                                     |
| ER23 | (10%St,<br>0% Sp,<br>5% Asp)   | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 | 10,401                                              |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 40000                | 10,197                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 42000                | 10,707                                 |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 42000                | 10,707                                 |                                                     |
| ER24 | (10%St,<br>10% Sp,<br>5% Asp)  | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  | 7,036                                               |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 25000                | 6,373                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 26000                | 6,628                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 27000                | 6,883                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  |                                                     |
| ER25 | (0%St,<br>5% Sp,<br>10% Asp)   | 400     | 100  | 40000              | 35000                | 8,923                                  | 8,056                                               |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 35000                | 8,923                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 30000                | 7,648                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 28000                | 7,138                                  |                                                     |
| ER26 | (10%St,<br>10% Sp,<br>10% Asp) | 400     | 100  | 40000              | 20000                | 5,099                                  | 5,608                                               |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 25000                | 6,373                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 20000                | 5,099                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 25000                | 6,373                                  |                                                     |
|      |                                | 400     | 100  | 40000              | 20000                | 5,099                                  |                                                     |



Gambar 10. Grafik perbandingan kuat tekan batako kombinasi

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil:

- (ER1) 0% memiliki kuat tekan maksimum rata-rata sebesar 17,029 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER14) 5% St, 5% Sp mengalami penurunan sebesar 33,53 % dengan kuat tekan maksimum 11,319 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER15) 5%St, 5% Sp, 5% Asp mengalami penurunan sebesar 39,52 % dengan nilai kuat tekan maksimum 10,299 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER16) 5%St, 5% Sp, 10% Asp mengalami penurunan sebesar 52,99 % dengan nilai kuat tekan maksimum 8,005 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER17) 5%St, 0% Sp, 5% Asp mengalami penurunan sebesar 38,62 % dengan nilai kuat tekan maksimum 10,452 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER18) 5%St, 10% Sp, 5% Asp mengalami penurunan sebesar 51,20 % dengan nilai kuat tekan maksimum 8,311 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER19) 0%St, 5% Sp, 5% Asp mengalami penurunan sebesar 24,55 % dengan nilai kuat tekan maksimum 12,848 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER20) 10%St, 5% Sp, 5% Asp mengalami penurunan sebesar 52,10 % dengan nilai kuat tekan maksimum 8,152 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER21) 10%St, 5% Sp, 0% Asp mengalami penurunan sebesar 37,13 % dengan nilai kuat tekan maksimum 10,707 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER22) 10%St, 5% Sp, 10% Asp mengalami penurunan sebesar 57,19 % dengan nilai kuat tekan maksimum 7,291 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER23) 10%St, 0% Sp, 5% Asp mengalami penurunan sebesar 38,92 % dengan nilai kuat tekan maksimum 10,401 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER24) 10%St, 10% Sp, 5% Asp mengalami penurunan sebesar 58,68 % dengan nilai kuat tekan maksimum 7,036 gram/cm<sup>3</sup>.
- (ER25) 0%St, 5% Sp, 10% Asp mengalami penurunan sebesar 52,69 % dengan nilai kuat tekan maksimum 8,056 kg/cm<sup>2</sup>.
- (ER26) 10%St, 10% Sp, 10% Asp mengalami penurunan sebesar 67,07 % dengan nilai kuat tekan maksimum 5,608 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian sampel batako masing-masing bahan tambah dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan bervariasi dan disimpulkan dari hasil uji bahwa apabila semakin banyak bahan tambah yang disubstitusikan kepada batako maka nilai kuat tekannya akan semakin rendah, namun berbanding terbalik apabila semakin sedikit bahan tambah terhadap sampel batako maka nilai kuat tekan lebih tinggi. Sedangkan hasil pengujian batako eksperimental yang dilakukan, bahwa dengan ditambahkannya bahan tambah Styrofoam, sekam padi maupun abu sekam padi dalam pembuatan benda uji batako akan semakin ringan berat dari batako tersebut, akan tetapi hal ini berpengaruh terhadap nilai kuat tekannya yang akan semakin berkurang, dan apabila disandingkan dengan standar nilai uji kuat tekan batako pejal, pada eksperimen ini yakni pembuatan batako dengan perbandingan 1pc:5ps yang disubstitusikan dengan bahan tambah Styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi ini belum masuk kedalam standar mutu batako menurut SNI 03-0349-1989 yaitu untuk batako pejal 25-100 kg/cm<sup>2</sup>

Pada pengujian batako normal (ER1) diperoleh berat rata-rata sebesar 1,513 gram/cm<sup>3</sup> dengan kuat tekan rata-rata sebesar 17,029 kg/cm<sup>2</sup>, jika dibandingkan dengan batako bahan tambah Styrofoam, sekam padi maupun abu sekam padi batako terberat terdapat pada sampel batako (ER10) dengan berat rata-rata sebesar 1,463 gram/cm<sup>3</sup> dengan kuat tekan rata-rata sebesar 15,347 kg/cm<sup>2</sup> dan berat teringan terdapat pada sampel (ER5) dengan berat rata-rata sebesar 1,275 gram/cm<sup>3</sup> dengan kuat tekan rata-rata sebesar 5,914 kg/cm<sup>2</sup>. Dan untuk batako kombinasi diperoleh batako terberat pada sampel (ER19) dengan berat rata-rata sebesar 1,400 gram/cm<sup>3</sup> dengan kuat tekan rata-rata sebesar 12,848 kg/cm<sup>2</sup> dan batako kombinasi teringan terdapat pada sampel (ER26) dengan berat rata-rata sebesar 1,158 gram/cm<sup>3</sup> dengan kuat tekan rata-rata sebesar 5,608 kg/cm<sup>2</sup>

### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan penelitian yang telah diuraikan di atas, maka diambil kesimpulan bahwa efek dari penambahan bahan tambah Styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi pada batako dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada sampel batako normal dengan kode sampel (ER1) sedangkan untuk setiap batako yang dikombinasikan dengan masing-masing bahan tambah diperoleh kesimpulan apabila semakin banyak persentase penambahannya maka semakin kecil nilai kuat tekannya, namun berbanding terbalik apabila semakin sedikit penambahannya maka nilai kuat tekannya semakin tinggi. Dari pengujian ini diperoleh bahwa nilai kuat tekan batako dengan bahan tambah tidak melebihi batako normal, dikarenakan sifat fisis dari material bahan tambah yang merupakan suatu material yang hanya dieksperimentalkan dengan tujuan untuk meringankan berat dari batako.

Proporsi penggunaan Styrofoam, sekam padi dan abu sekam padi yang dibandingkan dengan batako normal mempengaruhi berat dari batako yaitu apabila persentase bahan tambah semakin banyak maka berat dari batako semakin ringan, namun berbanding terbalik apabila penggunaan bahan tambah semakin sedikit maka batako semakin berat.

### REFERENSI

- [1] "PERBANDINGAN BATA MERAH, BATAKO DAN BATA RINGAN - UD. KRISTADE." <http://udkristade.com/418/perbandingan-bata-merah-batako-dan-bata-ringan/> (accessed Oct. 17, 2022).
- [2] E. Widyananto, N. Alami, and H. Suladi, "Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Agregat Halus Abu Batu dan Limbah Styrofoam," *J. surya Bet.*, vol. 5, 2021.
- [3] Syaifuddin, Sahara, and Ihsan, "Pembuatan dan pengujian kuat tekan batako dengan penambahan limbah tulang ikan," *J. Fis. dan Ter.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, 2018.
- [4] Hairulla and J. Paresa, "Perlakuan Campuran Batako Dengan Menggunakan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Aditif," *J. Ilm. Mustek Anim Ha*, vol. 151, no. 2, pp. 10–17, 2015.
- [5] dkk. Sharma Thaha, *Transformasi Sekam Padi (Pirolisis)*. CV Jejak (Jejak Publisher), 2021.
- [6] L. S. K. Lubis, "Loly S.K. Lubis: pengaruh penggunaan abu sekam padi sebagai material...", 2004. USU e-Repository © 2008," Universitas
- [7] Y. J. Priyono and Nadia, "Pengaruh Penggunaan Styrofoam Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Konstr.*, vol. 5, no. 2, pp. 55–61, 2014.
- [8] T. Mulyono, *BAHAN BANGUNAN DAN KONSTRUKSI*. Stiletto Book, 2021.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton," *Badan Stand. Nas. Indones.*, 1990.
- [10] SNI, "SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar," *Badan Standar Nas. Indones.*, pp. 1–5, 1990.
- [11] Ir. Tri Mulyono, M.T, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi, 2004.
- [12] SNI 03-1970-1990, "Metode Pengujian Berat Jenis dan penyerapan air agregat halus," *Bandung Badan Stand. Indones.*, pp. 1–17, 1990.
- [13] S. 03-1971-1990, "Sni 03 – 1971 – 1990," 1990.
- [14] SNI 2816-2014, "Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton," *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 10, 2014.
- [15] S. 03-0349-1989, "Bata beton untuk pasangan dinding," *Bsn*, vol. ICS 91.100, no. 1, pp. 1–6, 1989.