



## Campuran Expanded Polystyrene System (Styrofoam) Untuk Beton Ringan

Dhamang Budi Cahyono<sup>✉</sup>, pratikso<sup>2</sup>, henny Pratiwi Adi<sup>3</sup>, Imam Wahyudi<sup>4</sup>

Program Doktor Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Indonesia

DOI: 10.26623/teknika.v18i2.7839

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Disubmit : 2023-09-12

Direvisi : 2023-10-20

Disetujui : 2023-10-23

#### Keywords:

styrofoam, beton ringan dan kuat tekan.

### Abstrak

Styrofoam digunakan sebagai bahan utama pengganti agregat kasar guna mendapatkan beton ringan dengan berat volume menjadi kurang dari 1900 kg/m<sup>3</sup> dan juga memiliki kuat tekan beton minimum 100 kg/cm<sup>2</sup> dengan cara membuat benda uji berbentuk silinder Ø15-30 cm dengan perbandingan volume komposisi 1 yaitu 1Pc : 2Pasir : 3Styrofoam, perbandingan volume komposisi 2 yaitu 1Pc : 1.5Pasir : 2,5Styrofoam dan perbandingan komposisi 3 yaitu 1Pc : 1,25Pasir : 2,75Styrofoam. Dari hasil penelitian menunjukkan karakteristik styrofoam tersebut yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar tidak memenuhi syarat untuk beton mutu tinggi karena berat volume styrofoam hanya diangka 0,095 kg/ltr, Berat volume yang diperoleh untuk komposisi 1Pc : 2Pasir : 3Styrofoam adalah 1278,89 kg/m<sup>3</sup>, komposisi 1Pc: 1,5 Pasir: 2,5 Styrofoam adalah 1242,56 kg/m<sup>3</sup>, dan komposisi 1Pc : 1,25Pasir : 2,75Styrofoam adalah 1097,88 kg/m<sup>3</sup>, jika dibandingkan dengan beton konvensional dengan komposisi 1Pc : 2Pasir : 3Kerikil adalah 2387,73 kg/m<sup>3</sup> yang mempunyai selisih berat kurang lebih 46,43%, karakteristik kuat tekan beton untuk komposisi 1Pc : 1,5Pasir : 2,5Styrofoam 84,73 kg/cm<sup>2</sup> dan komposisi 1Pc : 1,25Pasir : 2,75Styrofoam 71,93 kg/cm<sup>2</sup> termasuk dalam klasifikasi beton mutu B0 (<100 kg/cm<sup>2</sup>), sedangkan kuat tekan karakteristik untuk komposisi 1 Pc: 2 Pasir: 3 Styrofoam adalah 107,13 kg/cm<sup>2</sup> (>100 kg/cm<sup>2</sup>).

### Abstract

Styrofoam is used as the main material to replace coarse aggregate to obtain lightweight concrete with a volume weight of less than 1900 kg/m<sup>3</sup> and also has a minimum concrete compressive strength of 100 kg/cm<sup>2</sup> by making cylindrical test specimens Ø15-30 cm with a composition volume ratio of 1, namely 1Pc : 2Sand : 3Styrofoam, composition volume ratio 2, namely 1Pc : 1.5Sand : 2.5Styrofoam and composition ratio 3, namely 1Pc : 1.25Sand : 2.75Styrofoam. The research results show that the characteristics of styrofoam which is used as a substitute for coarse aggregate do not meet the requirements for high quality concrete because the volume weight of styrofoam is only 0.095 kg/ltr. The volume weight obtained for the composition 1Pc: 2Sand: 3Styrofoam is 1278.89 kg/m<sup>3</sup>, the composition of 1Pc: 1.5 Sand: 2.5 Styrofoam is 1242.56 kg/m<sup>3</sup>, and the composition of 1Pc: 1.25Sand: 2.75Styrofoam is 1097.88 kg/m<sup>3</sup>, when compared to conventional concrete with a composition of 1Pc: 2Sand: 3 Gravel is 2387.73 kg/m<sup>3</sup> which has a weight difference of approximately 46.43%, the characteristic compressive strength of concrete for the composition 1Pc: 1.5Sand: 2.5Styrofoam is 84.73 kg/cm<sup>2</sup> and the composition 1Pc: 1.25Sand: 2, 75Styrofoam 71.93 kg/cm<sup>2</sup> is included in the B0 quality concrete classification (<100 kg/cm<sup>2</sup>), while the characteristic compressive strength for the composition 1 Pc: 2 Sand: 3 Styrofoam is 107.13 kg/cm<sup>2</sup> (>100 kg/cm<sup>2</sup>).

✉ Alamat Korespondensi:  
E-mail: [alamat@email.mu](mailto:alamat@email.mu)

p-ISSN 1410-4202  
e-ISSN 2580-8478

## PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat luas karena kelebihanannya yaitu mudah dikerjakan serta dibentuk sesuai keinginan dan mempunyai kuat tekan yang tinggi (Rumbyarso, 2019). Kerikil, pasir, semen, dan air sering digunakan sebagai bahan dasar pembuatan beton dengan atau tanpa kombinasi bahan campuran lain yang membentuk suatu massa padat (Pratama et al., 2018).

Dengan menggunakan butiran styrofoam dengan diameter 3 hingga 4 mm, peneliti akan mengeksplorasi karakteristik beton yang lebih ringan (Nita, 2020). Styrofoam jenis ini berbeda dari bahan lain karena lebih ringan dari kerikil sebagai agregat kasar. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-2847 tahun 2002 beton yang beratnya kurang dari  $1900\text{kg/m}^3$  dapat dikategorikan sebagai beton ringan (Samaria et al., 2020). Untuk membuat beton yang ringan dibutuhkan bahan dengan berat jenis yang ringan pula. Secara umum, jika berat beton diturunkan, dapat diperoleh berat jenis yang lebih ringan, namun hal ini mempunyai efek samping berupa melemahnya kuat tekan beton. Untuk membuat beton ringan, harus dibuat rongga pada materialnya. Semakin banyak rongga udara dalam beton semakin ringan beton yang dihasilkan (Winarno & Pujantara, 2015). Peneliti mencoba merubah komposisi beton, sehingga nantinya mendapatkan hasil sesuai dengan kuat tekan yang ditentukan sebagai beton ringan (Priyono & Nadia, 2014).

Peneliti mempelajari berbagai kuat tekan dari setiap kombinasi yang telah dibuat dan diuji guna menetapkan standar beton konvensional (Haryati & Hermawan, 2021). Peneliti membuat masing-masing campuran 15 silinder ukuran  $150 \times 300$ . Secara umum rongga udara pada beton berkisar antara 1% sampai 4%, pasta semen (semen dan air) berkisar antara 25% sampai 40%, dan agregat halus berkisar antara 60% sampai 75%. Komponen-komponen ini digabungkan untuk menghasilkan adukan yang mudah dibentuk sesuai yang diinginkan. Akibat hidrasi air pada semen, adukan akan mengeras dan mempunyai kekuatan untuk menopang beban (Wiriady et al., 2016). Peneliti akan menentukan mutu beton konvensional dengan mengambil nilai kuat tekan tertinggi dari masing-masing campuran untuk menjadi acuan pembuatan *mix design* beton konvensional yang nantinya akan di ketahui dan dibedakan berat betonnya terhadap beton ringan dengan bahan tambah Styrofoam . Campuran beton dengan spesifikasi karakteristik agregat halus ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi karakteristik agregat halus

| No | Karakteristik        | Nilai                  | Pedoman          |
|----|----------------------|------------------------|------------------|
| 1  | Kadar Lumpur         | 2 % - 4,54 %           | ASTM C 117       |
| 2  | Kadar Organik        | < No.3                 | ASTM C 40        |
| 3  | Kadar Air            | 1,52 %                 | SNI 03-1971-1990 |
| 4  | Berat Volume         | 1520 kg/m <sup>3</sup> | ASTM C 29        |
| 5  | Absorpsi             | 1,32%                  | ASTM C 128       |
| 6  | Berat jenis Spesifik | 2,697                  | ASTM C 128       |
| 7  | Modulus kehalusan    | 2,73                   | ASTM C 136       |

Sumber : penelitian mandiri 2023

Berat jenis Styrofoam berkisar antara 9 hingga  $22\text{ kg/m}^3$ . Karena sifatnya, styrofoam merupakan bahan limbah yang membutuhkan waktu lama untuk terurai (Miswar, 2018). Lubang udara pada beton dapat ditimbulkan oleh styrofoam. Ukuran butiran polistiren yang digunakan dalam penelitian ini berkisar antara 3 hingga 40 milimeter (Santoso et al., 2011). Karena peneliti ingin memanfaatkan temuannya tentang penggunaan styrofoam dalam campuran beton di lapangan, maka peneliti tidak melakukan pengujian khusus terhadap styrofoam sesuai dengan kriteria pengujian beton ringan sebelum dapat digunakan atau dicampur dengan beton. Styrofoam ini didapatkan dari toko

online yang dikirim dari kota ungaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh kuat tekan terhadap beton yang telah dicampurkan dengan styrofoam dan mengetahui berat volume betonnya.

### Pemeriksaan Styrofoam

Pemeriksaan Berat Pada Volume styrofoam

$$\text{Berat Volume Agregat} = \frac{W2 - W1}{V}$$

Keterangan:

- W1 = Berat mould (kg)
- W2 = Berat mould + benda uji (kg)
- V = Volume mould (lt)

Bila campuran tidak sesuai dengan yang direncanakan styrofoam akan mengambang diatas dan terjadi segregasi, peneliti harus memahami dan berhati-hati supaya pada saat pengaplikasian di campuran perbandingan didapat campuran yang sesuai dan dapat mengasilkan beton ringan yang mempunyai berat dan kuat tekan sesuai direncanakan (Ardan, 2000). Peneliti harus memastikan supaya campuran material beton dengan styrofoam dapat menyatu dan homogen. Untuk proses pemasukan bahan styrofoam dicampurkan setelah adukan mortar homogen.

### METODE

Proses penelitian dilakukan dengan membuat benda uji, mengujinya, dan menganalisis hasilnya. Hasil dari penelitian yang diuji didasarkan pada data sekunder yang diperoleh sebelumnya. Data-data yang digunakan dalam penelitian ditampilkan pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Data yang di butuhkan

| Semen       | Agregat Halus            | Agregat Kasar            | Styrofoam |
|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| Berat Jenis | Berat jenis              | Berat jenis              | Berat isi |
| Berat Isi   | Berat isi                | Berat isi                |           |
|             | Analisa ayakan           | Analisa ayakan           |           |
|             | Kadar air dan penyerapan | Kadar air dan penyerapan |           |

*Sumber : Penelitian Mandiri 2023*

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat-sifat styrofoam dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pembentuk beton ringan. Setelah selesai hasil analisis data ditampilkan pada tabel 3 dan 4. Pengujian terhadap agregat halus (pasir) dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan untuk membangun job mix design. Dalam pengujian agregat pasir halus meliputi analisis saringan atau modulus kehalusan, pengujian berat jenis termasuk berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (Semu), pengujian serapan air, dan pengujian kadar air.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus

| No | Pengujian           | Spesifikasi |      | Hasil | Satuan | Standar Pengujian |
|----|---------------------|-------------|------|-------|--------|-------------------|
|    |                     | Min         | Maks |       |        |                   |
| 1  | Analisa Saringan    |             |      |       |        |                   |
|    | - Modulus kehalusan | 1,5         | 3,8  | 2,73  | %      | SNI 03-1968-1990  |
| 2  | Berat Jenis         |             |      |       |        |                   |
|    | - <i>Bulk</i>       | 2,5         | -    | 2662  | gram   |                   |
|    | - <i>SSD</i>        | 2,5         | -    | 2697  | gram   | SNI 03-1970-1990  |
|    | - <i>Apparent</i>   | 2,5         | -    | 2795  | gram   |                   |
|    | - Penyerapan air    | -           | 3    | 1,32  | %      |                   |
| 3  | Kadar Air           | -           | -    | 1,52  | %      | SNI 03-1971-1990  |

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Tabel 4. Hasil pengujian Berat Isi *Styrofoam*

|                  |     |         |
|------------------|-----|---------|
| Berat benda uji  | m   | 65,70   |
| Volume benda uji | v   | 6914,29 |
| Berat isi        | m/v | 9,50    |

Sumber : Penelitian Mandiri 2023

Dari Hasil Pengujian Sterofoam diatas maka didapat Berat Isi sebesar 9,50 kg/m<sup>3</sup>.

#### Perencanaan Job Mix Design

Berikut ini adalah bagian dari perencanaan campuran beton yang direncanakan dengan menggunakan metode pencampuran perbandingan volume,menetapkan rasio air semen sebesar 0,38 dan slump beton yang digunakan memakai 30-60mm karena jika terlalu tinggi nilai slump beton tersebut akan terjadi pemisahan antara mortar dan Styrofoam :

1. Komposisi campuran 1Pc : 2Pasir : 3styrofoam pembuatan sampel silinder ukuran 15x30 sebanyak 15 silinder untuk pengujian umur 7 hari,14 hari dan 28hari
2. Komposisi campuran 1Pc : 1,5Pasir : 2,5styrofoam pembuatan sampel silinder ukuran 15x30 sebanyak 15 silinder untuk pengujian umur 7 hari,14 hari dan 28hari
3. Komposisi campuran 1Pc : 1,25Pasir : 2,75styrofoam pembuatan sampel silinder ukuran 15x30 sebanyak 15 silinder untuk pengujian umur 7 hari,14 hari dan 28hari

Perhitungan Job Mix Design untuk setiap campuran ditunjukkan pada Tabel 5. Dan Tabel 6. di bawah ini.

Tabel 5. Proporsi campuran tiap m<sup>3</sup>

| No | Variasi Mutu                          | Semen<br>(kg/cm <sup>3</sup> ) | Agregat<br>Halus<br>(kg/cm <sup>3</sup> ) | Agregat Kasar<br>10-20 mm<br>(kg/cm <sup>3</sup> ) | <i>Styrofoam</i><br>(3-5mm)<br>(kg/cm <sup>3</sup> ) | Air<br>(lt) |
|----|---------------------------------------|--------------------------------|---|--|--|-------------|
| 1  | 1 Pc : 2 Pasir : 3<br>Styrofoam       | 540,00                         | 1170,69                                   | 0,00   | 11,75  | 205         |
| 2  | 1 Pc : 1,5 Pasir : 2,5<br>Styrofoam   | 540,00                         | 878,02                                    | 0,00   | 9,79   | 205         |
| 3  | 1 Pc : 1,25 Pasir : 2,75<br>Styrofoam | 540,00                         | 731,02                                    | 0,00   | 10,77  | 205         |

|   |                           |        |         |        |      |     |
|---|---------------------------|--------|---------|--------|------|-----|
| 4 | 1 Pc : 2 Pasir : 3 Krikil | 540,00 | 1209,00 | 740,00 | 0,00 | 199 |
|---|---------------------------|--------|---------|--------|------|-----|

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Tabel 6. Kebutuhan campuran masing-masing variasi

| No | Variasi Mutu                          | Semen<br>(kg/cm <sup>3</sup> ) | Agregat<br>Halus<br>(kg/cm <sup>3</sup> ) | Agregat<br>Kasar 10-20<br>mm (kg/cm <sup>3</sup> ) | Styrofoam<br>(3-5mm)<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | Air<br>(lt) |
|----|---------------------------------------|--------------------------------|---|--|---|-------------|
| 1  | 1 Pc : 2 Pasir : 3<br>Styrofoam       | 42,95                          | 93,13                                     | 0,00   | 934,35  | 16,32       |
| 2  | 1 Pc : 1,5 Pasir : 2,5<br>Styrofoam   | 42,95                          | 69,85                                     | 0,00   | 778,83  | 16,32       |
| 3  | 1 Pc : 1,25 Pasir : 2,75<br>Styrofoam | 42,95                          | 58,20                                     | 0,00   | 856,79  | 16,30       |
| 4  | 1 Pc : 2 Pasir : 3 Krikil             | 19,11                          | 96,15                                     | 58,89  | 0   | 15,80       |

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

### Berat Beton

Dari hasil beberapa variasi beton, berat beton masing-masing diperoleh berat beton dibawah 1900 kg/m<sup>3</sup>, maka dari berat tersebut dapat diasumsikan beton tersebut masuk dalam klasifikasi beton ringan karena rata-rata diperoleh berat beton 1000-1300 kg/m<sup>3</sup> dan berat beton paling ringan di dapat dari campuran variasi 1Pc:1,25Pasir:2,75Styrofoam dengan nilai berat rata-rata dari 15 benda uji silinder 5,823 Kg, maka diperoleh berat beton segar 1097,88 kg/m<sup>3</sup>, dari variasi campuran 1Pc:2 Pasir:3Styrofoam diperoleh berat beton segar 1279,89 kg/m<sup>3</sup> dan variasi campuran 1Pc:1,5Pasir:2,5Styrofoam diperoleh berat beton segar 1242,56 kg/m<sup>3</sup>.

### Kuat Tekan Beton

Pada Tabel 7. disajikan hasil pembuatan benda uji berbentuk silinder Ø15 sampai dengan Ø30 cm setelah dilakukan uji kuat tekan beton dengan komposisi bahan 1Pc : 2Pasir : 3Styrofoam dan pada Tabel 8. setelah dilakukan uji kuat tekan beton dengan komposisi bahan 1Pc : 1,5Pasir : 2,5Styrofoam dan Tabel 9. setelah dilakukan uji kuat tekan beton dengan komposisi bahan 1Pc : 1,25Pasir : 2,75Styrofoam berikut ini.

Tabel 7. Hasil kuat tekan beton pada campuran 1Pc : 2Pasir : 3Styrofoam

| No | Berat<br>(kg) | Berat Beton<br>Segar (m <sup>3</sup> ) | Gaya<br>(kN) | Kuat Tekan<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | fc-fcr<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | (fc-fcr) <sup>2</sup><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|---------------|--|--------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
| 1  | 6,880         | 1297,24                                | 110          | 62,22                               | -1,02                           | 1,04   |
| 2  | 6,860         | 1293,47                                | 115          | 65,05                               | 1,81                            | 3,28   |
| 3  | 6,920         | 1304,78                                | 115          | 65,05                               | 1,81                            | 3,28   |
| 4  | 6,720         | 1267,07                                | 109          | 61,66                               | -1,58                           | 2,51   |
| 5  | 6,740         | 1270,84                                | 110          | 62,22                               | -1,02                           | 1,04   |
| 6  | 6,920         | 1304,78                                | 140          | 79,19                               | -2,83                           | 8,00   |
| 7  | 6,920         | 1304,78                                | 160          | 90,51                               | 8,48                            | 71,99  |
| 8  | 6,800         | 1282,15                                | 160          | 90,51                               | 8,48                            | 71,99  |
| 9  | 6,820         | 1285,93                                | 130          | 73,54                               | -8,48                           | 71,99  |
| 10 | 6,760         | 1274,61                                | 135          | 76,36                               | -5,66                           | 32,00  |

| No | Berat (kg) | Berat Beton Segar (m <sup>3</sup> ) | Gaya (kN) | Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) | fc-fcr (kg/cm <sup>2</sup> ) | (fc-fcr) <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------------|---|
| 11 | 6,640      | 1251,99                             | 175       | 98,99                            | 0,00                         | 0,00  |
| 12 | 6,740      | 1270,84                             | 175       | 98,99                            | 0,00                         | 0,00  |
| 13 | 6,600      | 1244,44                             | 180       | 101,82                           | 2,83                         | 8,00  |
| 14 | 6,740      | 1270,84                             | 185       | 104,65                           | 5,66                         | 32,00                                       |
| 15 | 6,760      | 1274,61                             | 160       | 90,51                            | -8,48                        | 71,99                                       |

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Kuat tekan rata-rata fcr umur 28 hari : 98,99 kg/cm<sup>2</sup>  
 Deviasi standar  $S_r = \sqrt{(fc-fcr)^2/(n-1)}$  : 5,29 kg/cm<sup>2</sup>  
 Margin  $M = 1,64 \times S_r$  : 1,64 x 5,29 = 8,68 kg/cm<sup>2</sup>  
 Kuat tekan karakteristik fc umur 28 hari = fcr-M : 98,99 - 8,68 = 88,92 kg/cm<sup>2</sup>  
 Koefisien silinder ke kubus 0,83 = (fcr-M)/0,83 : 88,92/0,83 = 107,13 kg/cm<sup>2</sup> ≥ 100 kg/cm<sup>2</sup>

Tabel 8. Hasil kuat tekan beton pada campuran 1Pc : 1,5Pasir : 2,5Styrofoam

| No | Berat (kg) | Berat Beton Segar (m <sup>3</sup> ) | Gaya (kN) | Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) | fc-fcr (kg/cm <sup>2</sup> ) | (fc-fcr) <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------------|---|
| 1  | 6,800      | 1282,15                             | 90        | 50,91                            | -0,57                        | 0,32  |
| 2  | 6,960      | 1312,32                             | 100       | 56,57                            | 5,09                         | 25,92                                       |
| 3  | 6,820      | 1285,93                             | 95        | 53,74                            | 2,26                         | 5,12  |
| 4  | 6,580      | 1240,67                             | 85        | 48,08                            | -3,39                        | 11,52                                       |
| 5  | 6,680      | 1259,53                             | 85        | 48,08                            | -3,39                        | 11,52                                       |
| 6  | 6,300      | 1187,88                             | 110       | 62,22                            | 0,00                         | 0,00  |
| 7  | 6,360      | 1199,19                             | 110       | 62,22                            | 0,00                         | 0,00  |
| 8  | 6,540      | 1233,13                             | 105       | 59,39                            | -2,83                        | 8,00  |
| 9  | 6,520      | 1229,36                             | 110       | 62,22                            | 0,00                         | 0,00  |
| 10 | 6,340      | 1195,42                             | 115       | 65,05                            | 2,83                         | 8,00  |
| 11 | 6,740      | 1270,84                             | 130       | 73,54                            | -5,09                        | 25,92                                       |
| 12 | 6,380      | 1202,96                             | 130       | 73,54                            | -5,09                        | 25,92                                       |
| 13 | 6,600      | 1244,44                             | 140       | 79,19                            | 0,57                         | 0,32  |
| 14 | 6,420      | 1210,51                             | 150       | 84,85                            | 6,22                         | 38,72                                       |
| 15 | 7,020      | 1323,64                             | 145       | 82,02                            | 3,39                         | 11,52                                       |

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Kuat tekan rata-rata fcr umur 28 hari : 78,63 kg/cm<sup>2</sup>  
 Deviasi standar  $S_r = \sqrt{(fc-fcr)^2/(n-1)}$  : 5,06 kg/cm<sup>2</sup>  
 Margin  $M = 1,64 \times S_r$  : 1,64 x 5,06 = 8,30 kg/cm<sup>2</sup>  
 Kuat tekan karakteristik fc umur 28 hari = fcr-M : 78,63 - 8,30 = 70,33 kg/cm<sup>2</sup>  
 Koefisien silinder ke kubus 0,83 = (fcr-M)/0,83 : 70,33/0,83 = 84,73 kg/cm<sup>2</sup> ≤ 100 kg/cm<sup>2</sup>

Tabel 9. Hasil kuat tekan beton pada campuran 1Pc : 1,25Pasir : 2,75Styrofoam

| No | Berat (kg) | Berat Beton Segar (m <sup>3</sup> ) | Gaya (kN) | Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) | fc-fcr (kg/cm <sup>2</sup> ) | (fc-fcr) <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------------|---|
| 1  | 6,100      | 1150,17                             | 60        | 33,94                            | -3,39                        | 11,52                                       |
| 2  | 6,140      | 1157,71                             | 70        | 39,60                            | 2,26                         | 5,12  |
| 3  | 6,040      | 1138,86                             | 70        | 39,60                            | 2,26                         | 5,12  |
| 4  | 5,800      | 1093,60                             | 65        | 36,77                            | -0,57                        | 0,32  |
| 5  | 5,720      | 1078,52                             | 65        | 36,77                            | -0,57                        | 0,32  |
| 6  | 5,680      | 1070,98                             | 80        | 45,25                            | -4,53                        | 20,48                                       |
| 7  | 5,880      | 1108,69                             | 80        | 45,25                            | -4,53                        | 20,48                                       |
| 8  | 5,660      | 1067,21                             | 95        | 53,74                            | 3,96                         | 15,68                                       |
| 9  | 5,680      | 1070,98                             | 90        | 50,91                            | 1,13                         | 1,28  |
| 10 | 5,620      | 1059,66                             | 95        | 53,74                            | 3,96                         | 15,68                                       |
| 11 | 5,640      | 1063,43                             | 110       | 62,22                            | -4,53                        | 20,48                                       |
| 12 | 5,540      | 1044,58                             | 120       | 67,88                            | 1,13                         | 1,28  |
| 13 | 5,880      | 1108,69                             | 115       | 65,05                            | -1,70                        | 2,88  |
| 14 | 6,060      | 1142,63                             | 115       | 65,05                            | -1,70                        | 2,88  |
| 15 | 5,900      | 1112,46                             | 130       | 73,54                            | 6,79                         | 46,08                                       |

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

Kuat tekan rata-rata fcr umur 28 hari : 66,75 kg/cm<sup>2</sup>  
 Deviasi standar Sr =  $\sqrt{(fc-fcr)^2/(n-1)}$  : 4,29 kg/cm<sup>2</sup>  
 Margin M = 1,64 x Sr : 1,64 x 4,29 = 7,03 kg/cm<sup>2</sup>  
 Kuat tekan karakteristik fc umur 28 hari = fcr-M : 66,75 - 7,03 = 59,71 kg/cm<sup>2</sup>  
 Koefisien silinder ke kubus 0,83 = (fcr-M)/0,83 : 59,71/0,83 = 71,93 kg/cm<sup>2</sup> ≤ 100 kg/cm<sup>2</sup>

Tabel 10. Hasil kuat tekan beton pada campuran normal 1Pc : 2Pasir : 3Kerikil

| No | Berat (kg) | Berat Beton Segar (m <sup>3</sup> ) | Gaya (kN) | Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> ) | fc-fcr (kg/cm <sup>2</sup> ) | (fc-fcr) <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------------|---|
| 1  | 12,890     | 2430,44                             | 120       | 67,88                            | -7,92                        | 62,71                                       |
| 2  | 12,750     | 2404,04                             | 140       | 79,19                            | 3,39                         | 11,52                                       |
| 3  | 12,330     | 2324,85                             | 120       | 67,88                            | -7,92                        | 62,71                                       |
| 4  | 12,350     | 2328,62                             | 155       | 87,68                            | 11,88                        | 141,11                                      |
| 5  | 12,640     | 2383,30                             | 135       | 76,36                            | 0,57                         | 0,32  |
| 6  | 12,770     | 2407,81                             | 200       | 113,13                           | -6,22                        | 38,72                                       |
| 7  | 12,360     | 2330,51                             | 210       | 118,79                           | -0,57                        | 0,32  |
| 8  | 12,440     | 2345,59                             | 205       | 115,96                           | -3,39                        | 11,52                                       |
| 9  | 12,470     | 2351,25                             | 210       | 118,79                           | -0,57                        | 0,32  |
| 10 | 12,480     | 2353,13                             | 230       | 130,10                           | 10,75                        | 115,51                                      |
| 11 | 12,550     | 2366,33                             | 250       | 141,41                           | -7,92                        | 62,71                                       |
| 12 | 12,490     | 2355,02                             | 270       | 152,73                           | 3,39                         | 11,52                                       |

|    |        |         |     |        |       |       |
|----|--------|---------|-----|--------|-------|-------|
| 13 | 12,490 | 2355,02 | 270 | 152,73 | 3,39  | 11,52 |
| 14 | 12,320 | 2322,96 | 250 | 141,41 | -7,92 | 62,71 |
| 15 | 12,550 | 2366,33 | 280 | 158,38 | 9,05  | 81,91 |

Sumber: Penelitian Mandiri 2023

|  |   |
|--|---|
| Kuat tekan rata-rata fcr umur 28 hari                | : 149,33 kg/cm <sup>2</sup>   |
| Deviasi standar $Sr = \sqrt{(fc-fcr)^2/(n-1)}$       | : 7,59 kg/cm <sup>2</sup>   |
| Margin $M = 1,64 \times Sr$                          | : 1,64 x 7,59 = 12,45 kg/cm <sup>2</sup>                                |
| Kuat tekan karakteristik $fc$ umur 28 hari = $fcr-M$ | : 149,33 – 12,45 = 136,89 kg/cm <sup>2</sup>                            |
| Koefisien silinder ke kubus $0,83 = (fcr-M)/0,83$    | : 136,89/0,83 = 164,92 kg/cm <sup>2</sup> $\geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> |

Pada Tabel 7. menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik adalah 107,13 kg/cm<sup>2</sup>, Tabel 8. menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik adalah 84,73 kg/cm<sup>2</sup>, Tabel 9. menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik adalah 71,93 kg/cm<sup>2</sup> dan sebagai kontrol beton ini digunakan perbandingan beton normal dengan hasil dari Tabel 10, menunjukkan bahwa kuat tekan karakteristik adalah 164,92 kg/cm<sup>2</sup>. Temuan ini menunjukkan bahwa beton styrofoam yang diperoleh dari campuran pada Tabel 8 dan 9 mempunyai karakteristik kuat tekan yang rendah yaitu  $\leq 100$  kg/cm<sup>2</sup>. Hasil tersebut termasuk ke dalam mutu beton B0 yang ditentukan oleh sifat-sifat kuat tekan beton, sesuai dengan kategorisasi mutu beton  $\leq 100$  kg/cm<sup>2</sup> dimana hanya digunakan untuk beton non struktur. Serta didapat beton  $\geq 100$  pada campuran tabel 8 maka bisa diasumsikan beton ini dapat digunakan untuk struktur yang membutuhkan daya ringan.

## SIMPULAN

Hasil dari beberapa percobaan dan variasi yang telah ditentukan bahwa dari ketiga variasi beton styrofoam tersebut diperoleh hasil masing-masing campuran mengalami penurunan kuat tekan rata-rata 26,57%, dan terhadap beton konvensional kuat tekan terjadi penurunan rata-rata 33,71%. Dilihat dari segi kuat tekan beton Styrofoam yang maksimal diperoleh pada campuran 1Pc : 2Pasir : 3Styrofoam yang didapatkan kuat tekan maksimal pada umur 28 hari mencapai 98,99 kg /cm<sup>2</sup> pada benda uji silinder dan jika dikonversikan ke bentuk kubus maka diperoleh kuat tekan 119,26 kg /cm<sup>2</sup>. dan diperoleh kuat tekan terendah pada campuran beton Styrofoam pada campuran 1Pc : 1,25Pasir : 2,75styrofoam yang diperoleh kuat tekan 28 hari mencapai rata-rata 66,75 kg /cm<sup>2</sup> pada benda uji silinder dan jika dikonversikan ke bentuk kubus maka diperoleh kuat tekan 80,41 kg /cm<sup>2</sup>, jadi untuk penggunaan dalam pengaplikasian jika diperlukan kuat tekan beton 100 Kg/cm<sup>2</sup> dapat digunakan pada variasi campuran 1Pc : 2Pasir: 3styrofoam, kesimpulan dari kuat tekan tersebut maka dari masing-masing variasi beton tidak diperuntukan untuk beton struktur karena kuat tekan maksimal yang diperoleh masih di bawah 225 kg/cm<sup>2</sup>.

Dibutuhkan pengetahuan yang memadai tentang karakteristik dan spesifikasi komponen yang digunakan dalam campuran beton agar campuran beton yang baik dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Untuk pembuatan beton ini harus berhati-hati agar workability beton masing-masing variasi dapat tercapai dan tidak ada pemisahan antara bahan tambah dan material lainnya. Urutan pencampuran pada saat pembuatan benda uji tidak terjadi pemisahan antara bahan styrofoam, pasir, dan semen, lalu Styrofoam dan pasir dimasukkan serta ditambahkan air secukupnya hingga nilai slump memenuhi syarat 30-60 mm, Untuk mendapatkan kuat tekan beton yang terbaik harus memperhatikan beton tetap homogen selama proses pencampuran dan sampai dipadatkan. Penelitian lanjutan mengenai beton ringan dengan styrofoam agar diketahui pengaruh dan perubahannya setelah dilakukan dengan volume dan kapasitas pengolahan yang besar.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ardan, Melloukey., 2000, Kajian penggunaan batu apung dan styrofoam sebagai bahan pengganti agregat kasar pada perencanaan beton ringan, Arbitek.
- Haryati, Sri., Hermawan, Andrias Rudi., 2021, Beton Pracetak Pada Proyek Gedung Adalah Gedung BPJS Kesehatan Kantor Disajikan Pada Gambar 1. Tahapan Penelitian, *Construction and Material Journal*, 3(2).
- Miswar, Khairul., 2018, Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam, *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 10(1).
- Nita, Lia Yu., 2020, Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Loss Circulation Material Pada Lumpur Pemboran Panas Bumi, *Kurvatek*, 5(2).
- Pratama, Adhitya. Amandani, Januar Oni Bagus. Wibowo, Hardi. Sabdono, Parang., 2018, Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi UNNES Semarang, Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Fakultas Ekonomi UNNES Semarang.
- Rumbyarso, 2019, Perencanaan Struktur Bangunan Atas (Upper Structure) Gedung STIE Bank BPD Jateng Kota Semarang, *Teknokris*, (2019), 24(1).
- Samaria, Nathalia. Siahaan, Marisi. Sumajouw, Marthin D J. Mondoringin, Mielke R I A J., 2020, Penggunaan Styrofoam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Santoso, Agus., Widodo, Slamet., Ma'arif, Faqih., 2011, Pemanfaatan Limbah Styrofoam (Expanded Polysterene) Untuk Pembuatan Dinding Struktural Beton Ringan Ramah Lingkungan, *Inersia*, 7(1).
- Winarno, Heru., Pujantara, Ruly., Pengaruh Komposisi Bahan Pengisi Styrofoam pada Pembuatan Batako Mortar Semen Ditinjau dari Karakteristik dan Kuat Tekan, *Jurnal Scientific Pinisi*, 1(1).
- Wiriady, O.H., Tjaronge, M.W., Irmawaty, R., 2016, Uji Lentur Balok Beton Bertulang Yang Menggunakan Air Laut Sebagai Air Pencampur Beton, *Core.Ac.Uk*.