

## Pengaruh *Styrofoam* sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar terhadap Sifat Mekanik *Self-compacting Concrete* (SCC)

Cahyani Putri Agustin<sup>1)</sup> Masdar Helmi<sup>2)</sup> Vera Agustriana Noorhidana<sup>3)</sup>  
Mohd Isneini<sup>4)</sup>

<sup>1, 2, 3, 4)</sup> Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email: [Cahyaniiputrrii@gmail.com](mailto:Cahyaniiputrrii@gmail.com)<sup>1)</sup>, [masdar.helmi@eng.unila.ac.id](mailto:masdar.helmi@eng.unila.ac.id)<sup>2)</sup>

[vera.agustriana@eng.unila.ac.id](mailto:vera.agustriana@eng.unila.ac.id)<sup>3)</sup> [mohd.isneini@eng.unila.ac.id](mailto:mohd.isneini@eng.unila.ac.id)<sup>4)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v15i2.1284>

(Received: 25 May 2025 / Revised: 17 July 2025 / Accepted: 26 July 2025)

### Abstrak

*Styrofoam* merupakan salah satu solusi untuk mengurangi beban mati pada struktur. *Styrofoam* dalam beton dapat berperan sebagai pengisi udara yang menciptakan void, sehingga *styrofoam* dapat menghasilkan beton yang lebih ringan. Penelitian ini dilakukan dengan mengganti sebagian agregat kasar dengan 10%, 20%, dan 30% butiran *styrofoam* pada SCC (*Self-compacting Concrete*). Hasil uji menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar *styrofoam*, maka akan semakin rendah berat volume, kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan akan semakin tinggi daya serap air beton tersebut. Hasil optimum yang diperoleh berdasarkan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur ada pada beton dengan kadar *styrofoam* 10%, dengan hasil pengujian berturut-turut yaitu, 20,6227 MPa, 2,348 MPa, dan 4,3148 MPa, sedangkan untuk Penyerapan air tertinggi terjadi pada BS3 (*styrofoam* 30%), yang menghasilkan 12,4450% peningkatan daya serap.

Kata kunci: *Styrofoam*, berat volume, sifat mekanik, *self compacting concrete* (SCC)

### Abstract

*Styrofoam* is one of the solutions to reduce dead loads on structures. *Styrofoam* in concrete can act as an air filler that creates voids, so *styrofoam* can produce lighter concrete. This research was carried out by replacing part of the coarse aggregate with 10%, 20%, and 30% *styrofoam* granules in SCC (*Self-compacting Concrete*). The test results show that the higher the *styrofoam* content, the lower the volume weight, compressive strength, tensile strength, bending strength, and the higher the water absorption of the concrete. The optimum results obtained based on the testing of compressive strength, tensile strength, and flexural strength were on concrete with a *styrofoam* content of 10%, with consecutive test results of 20.6227 MPa, 2.348 MPa, and 4.3148 MPa, while for the highest water absorption occurred in BS3 (30% *styrofoam*), which resulted in a 12.4450% increase in absorbency.

Kata kunci: *Styrofoam*, weight volume, mechanical properties, *self-compacting concrete* (SCC)

### 1. Latar Belakang

Beton dengan *styrofoam* sebagai agregat ringan adalah solusi yang baik untuk mengurangi berat sendiri beton, yang menyebabkan penurunan beban mati struktur. Namun, selain dapat mengurangi berat sendiri beton atau penurunan berat volume, penggunaan *styrofoam* tersebut juga dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton (Mohamad *et al*, 2022).

(Mahdi et al., 2019) dalam penelitiannya mengkaji pembuatan beton berbusa ringan dengan menggunakan bola *styrofoam* sebagai komponen kering dengan variasi 8%, 16%, 24%, 32%. Pada penelitian ini dilakukan uji kuat tekan dengan hasil pengujian laboratorium menunjukkan untuk nilai kuat tekan terjadi penurunan. Nilai optimum yang didapatkan saat melakukan penambahan *styrofoam*, terjadi pada kadar 8% dengan kuat tekan sebesar 36 Mpa, jika dibandingkan dengan kadar *styrofoam* 0% memiliki kuat tekan sebesar 37,5 MPa.

Solikin (2019) dalam penelitiannya tentang *styrofoam* kadar tinggi sebagai substitusi parsial agregat halus pada beton *Self-compacting Concrete* (SCC). *Styrofoam* yang digunakan adalah variasi 60%, 70% dan 80%. Hasil menunjukkan pemanfaatan *styrofoam* dapat menurunkan berat volume, dan juga menurunkan nilai kuat tekannya.

Menurut (Mochamad Solikin & Ikhsan, 2018) berat volume *styrofoam* tergolong rendah, yaitu sebesar 7 kg/m<sup>3</sup>, maka dari itu dibutuhkan metode khusus agar *styrofoam* tidak terlalu mengambang akibat getaran dari vibrator, yaitu dengan menggunakan beton jenis *Self-compacting Concrete* (SCC). SCC dalam pembuatan beton *styrofoam* digunakan pula untuk mencegah penurunan kekuatan beton yang lebih besar jika dibandingkan dengan penggunaan beton konvensional. SCC adalah beton yang mampu memadat dengan sendirinya, yang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan beton konvensional, seperti kuat tekan yang lebih tinggi, segregasi yang rendah, dan bebas polusi (Zhang et al., 2019). Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan *styrofoam* dapat menurunkan berat volume beton yang akan berpengaruh pada pengurangan beban mati struktur. Namun seiring bertambahnya persentase *styrofoam* pada campuran beton dapat menurunkan kekuatan beton tersebut, maka dari itu dibutuhkan komposisi yang cukup baik. Penelitian dilakukan dengan menggunakan komposisi yang bervariasi, diharapkan hasil yang diperoleh akan menghasilkan kekuatan yang optimum.

Pada penelitian eksperimental ini dilakukan terhadap SCC dengan *styrofoam* sebagai pengganti sebagian agregat kasar agar pengurangan berat volumenya lebih besar dibandingkan menggantinya dengan agregat halus. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *styrofoam* terhadap berat volume, sifat mekanis beton, dan daya serap air, serta kelayakan hasil desain untuk kebutuhan struktural bangunan.

## **2. Metode Penelitian**

Proses penelitian meliputi studi literatur, persiapan material dan peralatan, pemeriksaan material, pembuatan *mix design*, pengujian beton, dan analisis data hasil penelitian. Menurut SNI 2847 (2019) material penyusun beton terdiri dari campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Material yang digunakan adalah *Portland Composite Cement* (PCC) yang bermerek Tiga Roda, batu split yang berukuran 10-20 mm, *styrofoam* yang berukuran 3-5 mm, pasir yang telah lolos saringan 4,75 mm, dan *superplasticizer* Sika ViscoCrete-3115N. *Styrofoam* yang digunakan pada SCC berperan sebagai pengganti sebagian agregat kasar, dengan berat volume 7 kg/m<sup>3</sup>, yang di mana berat volume ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mochamad Solikin & Ikhsan, 2018).

Penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan w/c ratio sebesar 0,42, dengan kadar *styrofoam* yang digunakan adalah 0%, 10%, 20%, dan 30% yang diperoleh dari berat volume agregat kasar, sedangkan *superplasticizer* yang digunakan adalah sebesar 1,5% dari berat semen. *Mix design* yang digunakan mengacu pada metode DoE (*British*) yang dimodifikasi. Kemudian, untuk kadar *styrofoam* dihitung berdasarkan perbandingan berat volume total agregat kasar dengan berat isi agregat kasar yang kemudian dikalikan dengan berat isi *styrofoam*. Berikut adalah *mix design* pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Mix design SCC* yang digunakan per 1 m<sup>3</sup>

| SCC                   | Material SCC<br>0% | Material SCC<br>10% | Material SCC<br>20% | Material SCC<br>30% |
|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Split (Kg)            | 88,6732            | 79,8058             | 70,9385             | 62,0712             |
| Pasir (Kg)            | 61,4559            | 61,4559             | 61,4559             | 61,4559             |
| Air (Kg)              | 19,2587            | 19,2587             | 19,2587             | 19,2587             |
| Semen (Kg)            | 45,5396            | 45,5396             | 45,5396             | 45,5396             |
| SP (Kg)               | 0,6831             | 0,6831              | 0,6831              | 0,6831              |
| <i>Styrofoam</i> (Kg) | -                  | 0,0416              | 0,0832              | 0,1248              |
| Total (Kg)            | 215,6104           | 206,7430            | 197,8757            | 189,0084            |

*Self-Compacting Concrete* (SCC) adalah beton inovatif yang tidak memerlukan getaran untuk penempatan dan pemadatan. Beton ini dapat mengalir sepenuhnya mengisi cetakan dan mencapai pemadatan penuh, bahkan dalam kondisi tulangan yang padat sekalipun (EFNARC, 2005). SCC adalah beton yang memiliki kelecakan (*workability*) yang tinggi. Kelecakan adalah sifat beton segar yang menunjukkan tingkat kemudahan dalam proses pencampuran, pengangkutan, pencetakan, pemadatan, dan perapihan (Masdar et al., 2019). Pengujian beton segar pada SCC di lapangan, cukup hanya dengan melakukan uji *slump flow* dan T500. Tujuan dari pengujian *slump flow* adalah untuk menentukan kemampuan alir beton SCC, sedangkan pengujian T500 *slump time* bertujuan untuk mengetahui stabilitas beton SCC. Uji *slump flow* dilakukan dengan mengukur diameter persebaran adukan beton, yang memiliki rentang nilai *slump* antara 550 mm – 850 mm, dengan pengujian T500 dilakukan secara bersamaan dengan uji *slump flow*, yang ditentukan <6 detik, saat *slump* mencapai diameter 500 mm (EFNARC, 2005).

Sampel yang digunakan yaitu, silinder dengan diameter 150 dan tinggi 300 mm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah, balok berukuran panjang 600 mm, lebar 150 mm, dan tinggi 150 mm untuk pengujian kuat lentur, serta kubus yang memiliki sisi 150 mm untuk pengujian daya serap air. Pengujian sampel beton dilakukan pada umur 28 hari dan diangkat dari bak 2 hari sebelum pengujian dilakukan. Berikut adalah penjelasan, mengenai pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

## 2.1 Kuat Tekan

Kuat tekan dihitung saat benda ditekan melebihi kapasitasnya. Menurut (SNI 1974, 2011) pembebanan beton pada pengujian kuat tekan termasuk dalam pembebanan statik monotorik dengan menggunakan tes tekan. Cara menentukan nilai kuat tekan beton, yaitu dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji dengan luas penampang melintang rata (SNI 1947 2011). Berikut adalah persamaan 1 yang digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan pada beton:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan

$f_c$  = Kuat tekan beton (MPa atau N/mm<sup>2</sup>)

$P$  = Beban gaya tekan axial (N)

$A$  = Luas penampang sampel (mm<sup>2</sup>)

## 2.2 Kuat Tarik Belah

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kuat beton terhadap gaya tarik belah. Pengujian dan analisis kuat tarik belah dilakukan berdasarkan (SNI 2941:2014). Kuat tarik belah beton dapat dihitung menggunakan persamaan 2:

$$\text{Kuat tarik belah beton} = \frac{2P}{3,14 \times l \times x \times d \times f_u} \quad (2)$$

Keterangan

$P$  = Beban maksimum (N)

$L$  = Panjang benda uji (mm)

$d$  = Diameter benda uji (mm)

$F_u$  = Faktor umur beton saat diuji

## 2.3 Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan beban lentur, guna keperluan perencanaan dan pelaksanaan (SNI 03-4431, 1997). Pengujian dilakukan berdasarkan (ASTM C78-02, 2002) dan (SNI-4431, 2011), berikut merupakan persamaan 3 dan 4 yang digunakan untuk pengujian kuat lentur:

$$M = \frac{P}{2} \times L \quad (3)$$

$$f_r = \frac{M \times y}{I} \quad (4)$$

Keterangan

$f_r$  = Kuat lentur balok (MPa)

$P$  = Beban maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji (N)

$L$  = Jarak antara 2 (dua) garis perletakan (mm)

$Y$  = Jarak titik massa balok dari serat atas (cm)

$I$  = Momen inersia balok (cm<sup>4</sup>)

## 2.4 Daya Serap Air

Berikut adalah persamaan 5, rumus yang dapat digunakan dalam menghitung penyerapan air pada beton:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

$A$  = Berat beton basah (kg)

$B$  = Berat beton kering (kg)

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material pada penelitian ini dilakukan terhadap agregat kasar, agregat halus, semen, dan *styrofoam*. Hal tersebut dilakukan guna mengetahui spesifikasi material yang digunakan sesuai standar ASTM atau tidak. Hasil

pemeriksaan material beton sudah memenuhi peraturan yang berlaku dan aman untuk digunakan seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pemeriksaan material beton

| Jenis Pengujian   | Material yang Dipakai | Nilai Hasil Pengujian    | Standar ASTM |
|-------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|
| Berat Jenis       | Agregat Halus         | 2,4876                   | 2,0 – 2,9    |
|                   | Agregat Kasar         | 2,6820                   | 2,5 -2,9     |
|                   | Semen                 | 2,87,                    | ≤ 2,9        |
| Penyerapan        | Agregat Halus         | 0,84%                    | 0 – 1 %      |
|                   | Agregat Kasar         | 1,39%                    | 1 – 3 %      |
| Modulus Kehalusan | Agregat Halus         | 2,8185                   | 2,3 – 3,1    |
|                   | Agregat Kasar         | 7,8344                   | 6 – 8        |
| Berat Volume      | Agregat Halus         | 1534 kg/m <sup>3</sup>   | -            |
|                   | Agregat Kasar         | 1492,3 kg/m <sup>3</sup> | -            |
|                   | Styrofoam             | 7 kg/m3                  | -            |
| Zat Organis       | Agregat Halus         | Nomor 3                  | ≤ No. 3      |
| Los Angeles       | Agregat Kasar         | 21.3%                    | 35%.         |
| Kadar Lumpur      | Agregat Kasar         | 1,17%                    | ≤ 5%         |

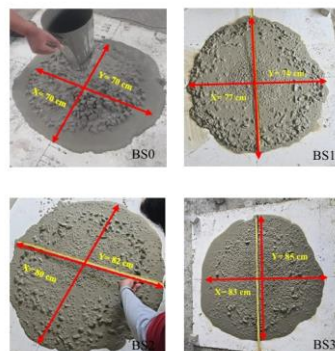
### 3.2 Pengujian Keleccakan Adukan Beton Segar

Beton segar diamati *workability*-nya dengan dilakukan uji *slump flow* dan T500 *time test*. Uji *slump* dan T500 dilakukan untuk dijadikan sebagai tolak ukur campuran beton, seiring dengan tingkat kemampuan kerjanya (Darayani et al., 2018). Berikut adalah hasil uji beton segar yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji *slump flow* dan T500

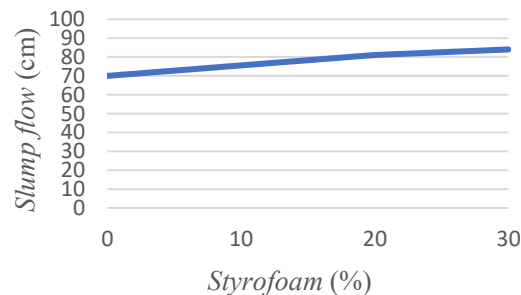
| Benda Uji | Slump Flow (cm) | T50 Time Test (s) | EFNARCH (550-850 mm) | EFNARCH (<6 s) |
|-----------|-----------------|-------------------|----------------------|----------------|
| BS0       | 70              | 2,43              | OK                   | OK             |
| BS1       | 75,5            | 2,17              | OK                   | OK             |
| BS2       | 81              | 1,97              | OK                   | OK             |
| BS3       | 84              | 1,79              | OK                   | OK             |

Berdasarkan Tabel 3, Halaman 5, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar *styrofoam*, maka akan semakin tinggi pula diameter *slump flow*-nya, yang artinya akan semakin mudah *workability* betonnya, hal ini dibuktikan dengan semakin rendahnya nilai T500. Berikut hasil *slump flow* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji *slump flow*

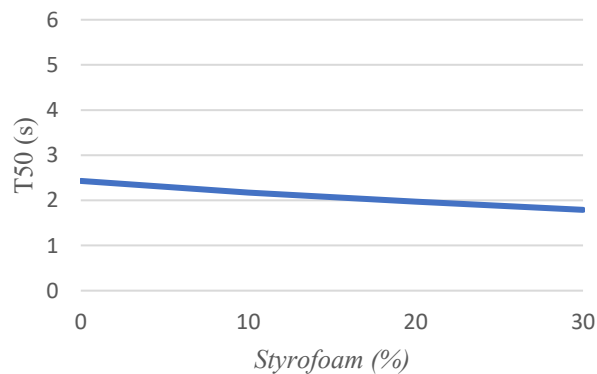
Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 1, terlihat bahwa *styrofoam* cenderung mengumpul di area tengah *slump*. Hal tersebut diakibatkan oleh *styrofoam* yang cenderung mengambang saat berada di kerucut Abrams, sehingga disarankan mengaduk beton dengan *styrofoam* terlebih dahulu sebelum dicetak ke *bekisting*. Berikut adalah Gambar 2 grafik hubungan *slump flow* dan persentase *styrofoam*.



Gambar 2 Grafik hubungan uji *slump flow* dengan persentase *styrofoam*

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa hasil *slump flow* meningkat dibandingkan dengan kadar *styrofoam* 0%. Hal tersebut disebabkan oleh air yang tidak terserap oleh *styrofoam*, karena *styrofoam* bersifat hidrofobik, yang artinya tidak dapat menyerap air (Leny et al., 2019).

Nilai *slump flow* yang semakin besar dan T500 yang semakin kecil, mengindikasikan *workability* beton segar yang semakin baik. *Slump flow* yang semakin meningkat, akan menyebabkan T50 semakin menurun, hal tersebut menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Nilai T50 yang dihasilkan dari beton dengan kadar *styrofoam* ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Grafik hubungan T50 dengan persentase *styrofoam*

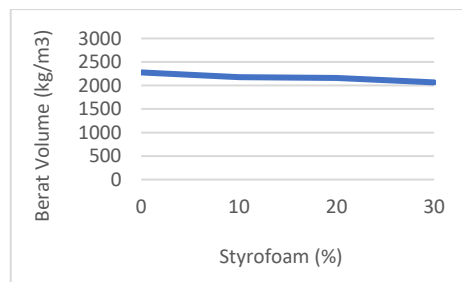
### 3.3 Berat Volume Beton

Nilai berat volume beton dapat diperoleh dari membandingkan berat beton dengan volumenya (Sahast et al., 2022). Menurut (ASTM C330, 2012) berat volume dapat dikategorikan sebagai beton ringan apabila beratnya tidak lebih dari 1840 kg/m<sup>3</sup>. Berat volume yang ditampilkan pada tabel 4 merupakan rata-rata berat volume 6 buah silinder untuk *mix design* yang digunakan pada masing-masing variasi beton.

Tabel 4 Berat volume SCC

| Benda Uji | Berat (Kg) | Volume (m <sup>3</sup> ) | Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------|------------|--------------------------|-----------------------------------|
| BS0       | 12,0743    | 0,005301438              | 2277,558322                       |
| BS1       | 11,5528    | 0,005301438              | 2179,188778                       |
| BS2       | 11,4545    | 0,005301438              | 2160,64035                        |
| BS3       | 10,9523    | 0,005301438              | 2065,917616                       |

Berdasarkan Tabel 4, berat volume berkurang seiring dengan bertambahnya persentase *styrofoam*, hal ini memperkuat penelitian terdahulu, yang dilakukan oleh (Andryanto & Kushartomo, 2023). Berikut adalah Gambar 4, yaitu grafik hubungan antara berat volume beton dengan kadar *styrofoam* pada beton.



Gambar 4 Grafik hubungan berat volume dengan persentase *Styrofoam*

### 3.4 Kuat Tekan

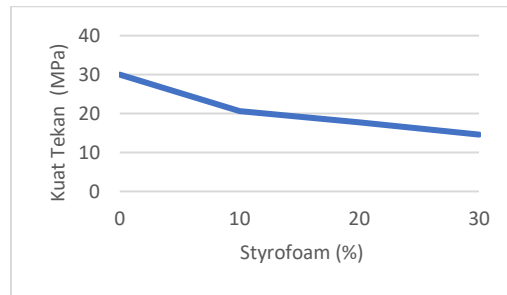
Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton sebagai mana dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji kuat tekan

| Benda Uji | Beban Maksimum (N) | Luas Permukaan (mm <sup>2</sup> ) | Kuat Tekan (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----------|--------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|
| BS0       | 535300             | 17671,4587                        | 30,2918          | 29,9862         |
|           | 497400             |                                   | 28,1471          |                 |
|           | 557000             |                                   | 31,5198          |                 |
| BS1       | 362000             | 17671,4587                        | 20,4850          | 20,6227         |
|           | 347000             |                                   | 19,6362          |                 |
|           | 384300             |                                   | 21,7469          |                 |
| BS2       | 326400             | 17671,4587                        | 18,4705          | 17,7669         |
|           | 301200             |                                   | 17,0444          |                 |
|           | 314300             |                                   | 17,7857          |                 |
| BS3       | 256100             | 17671,4587                        | 14,4923          | 14,5885         |
|           | 281700             |                                   | 15,9410          |                 |
|           | 235600             |                                   | 13,3322          |                 |

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa variasi *styrofoam* 10% mengurangi kuat tekan sebesar 31,226%, selanjutnya variasi *styrofoam* 20% mengurangi kuat tekan 40,7503%, dan untuk variasi *styrofoam* 30% mengurangi kuat tekan 51,3493%. Pergantian agregat kasar menggunakan *styrofoam* menghasilkan kuat tekan tertinggi pada kadar *styrofoam* 10%, yaitu 20,6227 MPa, sedangkan kuat tekan terendah pada kadar 30%, yaitu 14,5885 MPa. (Mansyur et al., 2021), pengaruh *styrofoam* yang ditambahkan ke dalam beton, menyatakan bahwa semakin banyak kadar *styrofoam*, maka akan semakin menurun kuat tekannya, maka dapat disimpulkan bahwa *styrofoam* dapat mengurangi kuat tekan pada beton, sesuai Gambar 5.

Berdasarkan data yang didapatkan kuat tekan BS1 dapat dijadikan beton struktural dan beton tahan gempa, karena persyaratan kuat tekan beton tahan gempa adalah 20 MPa sedangkan untuk beton struktural yaitu 17 MPa (SNI 2847:2019).



Gambar 5 Grafik hubungan kuat tekan terhadap variasi *Styrofoam*

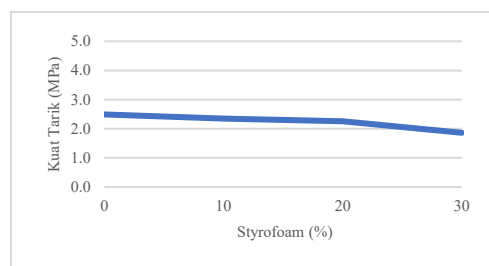
### 3.5 Kuat Tarik Belah

Berikut adalah hasil pengujian kuat tarik belah pada beton yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil uji kuat tarik belah

| Benda Uji | Panjang (mm) | Diameter (mm) | Beban Maksimum (N) | Kuat Tarik Belah (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----------|--------------|---------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| BS0       | 300          | 150           | 190600             | 2,6978                 | 2,4917          |
|           |              |               | 170600             | 2,4147                 |                 |
|           |              |               | 167000             | 2,3626                 |                 |
| BS1       | 300          | 150           | 172100             | 2,4347                 | 2,3484          |
|           |              |               | 146700             | 2,0754                 |                 |
|           |              |               | 179200             | 2,5352                 |                 |
| BS2       | 300          | 150           | 132800             | 1,8787                 | 2,2579          |
|           |              |               | 172000             | 2,4333                 |                 |
|           |              |               | 174000             | 2,4616                 |                 |
| BS3       | 300          | 150           | 146800             | 2,0768                 | 1,8613          |
|           |              |               | 115400             | 1,6326                 |                 |
|           |              |               | 132500             | 1,8745                 |                 |

Berdasarkan Tabel 6 kuat tarik belah tertinggi beton *styrofoam* ada pada kadar *styrofoam* 10%, yaitu sebesar 2,3484 MPa dan kuat tarik belah terendah ada pada kadar *styrofoam* 30%, yaitu sebesar 1,8613 MPa. Penurunan kuat tarik belah beton pada kadar *styrofoam* 10% adalah sebesar 5,7502%, selanjutnya kadar *styrofoam* 20% menurunkan kuat tarik belah 9,3839% dan pada kadar *styrofoam* 30% kuat tarik belah turun 25,3004%, sehingga semakin tinggi kadar *styrofoam* dalam beton, maka akan semakin rendah nilai kuat tarik belah yang dihasilkan.



Gambar 6 Grafik hubungan kuat tarik belah terhadap variasi *Styrofoam*



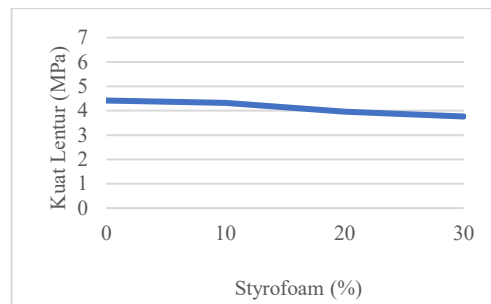
(Andryanto & Kushartomo, 2023), meneliti sifat mekanis beton dengan *styrofoam* sebagai media pembentuk udara, hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar kadar *styrofoam* pada beton, maka akan semakin rendah nilai kuat tarik belah yang dihasilkan oleh beton, hal tersebut menunjukkan hasil yang menurun, sesuai dengan hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 6, yang menunjukkan grafik hubungan antara kuat tarik belah dengan variasi *styrofoam*.

### 3.6 Kuat Lentur

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kuat lentur beton dengan menggunakan balok sederhana dengan pembebanan 2 titik. Balok yang akan diuji harus dikeluarkan dari perendaman tidak boleh lebih dari 4 jam (Mulya et al., 2022). Hasil pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji kuat lentur

| No | Benda Uji | Beban Maksimum (N) | Momen Inersia (mm <sup>4</sup> ) | Kuat Lentur (N/mm <sup>2</sup> ) | Rata-rata (N/mm <sup>2</sup> ) |
|----|-----------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1  | BS0       | 35002              | 42187500                         | 4,6669                           | 4,4166                         |
| 2  |           | 34589              |                                  | 4,6119                           |                                |
| 3  |           | 29782              |                                  | 3,9709                           |                                |
| 1  | BS1       | 30613              | 42187500                         | 4,0817                           | 4,3148                         |
| 2  |           | 34312              |                                  | 4,5749                           |                                |
| 3  |           | 32158              |                                  | 4,2877                           |                                |
| 1  | BS2       | 31318              | 42187500                         | 4,17573                          | 3,9637                         |
| 2  |           | 25176              |                                  | 3,3568                           |                                |
| 3  |           | 32689              |                                  | 4,3585                           |                                |
| 1  | BS3       | 29592              | 42187500                         | 3,9456                           | 3,7608                         |
| 2  |           | 28460              |                                  | 3,7947                           |                                |
| 3  |           | 26565              |                                  | 3,542                            |                                |



Gambar 7 Grafik hubungan kuat lentur terhadap variasi *Styrofoam*

Pengujian kuat lentur menunjukkan penurunan seiring dengan penambahan variasi *styrofoam*. Pergantian *styrofoam* 10% menurunkan nilai kuat lentur sebesar 2,3033%, selanjutnya pergantian *styrofoam* 20% menyebabkan penurunan 10,2543%, dan pergantian *styrofoam* 30% menyebabkan penurunan kuat lentur 14,8491%.(Falfuady et al., 2019) meneliti mengenai beton dengan *styrofoam* berdiameter 3-5 mm. Penelitian tersebut menyebutkan, bahwa tidak ada peningkatan kuat lentur. Hal tersebut membuktikan bahwa *styrofoam* tidak dapat meningkatkan kuat lentur pada beton.

Kuat lentur beton tertinggi adalah beton *styrofoam* 10%, sedangkan kuat lentur beton terendah didapatkan dari beton *styrofoam* 30%. Berikut adalah Gambar 7 grafik hubungan antara kuat lentur beton dengan variasi *styrofoam*.

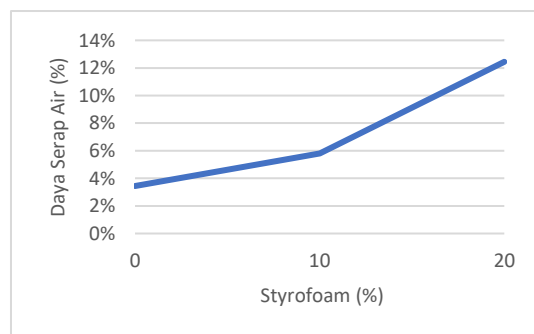
### 3.7 Daya Serap Air

Pengujian ini penting untuk mengetahui kualitas dan ketahanan beton terhadap lingkungan, terutama ketahanan beton terhadap air. Salah satu metode pengujian penyerapan air pada beton adalah metode perendaman menurut (ASTM C 642, 1997). Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan mengoven benda uji selama kurang lebih 24 jam. Selanjutnya perhitungan daya serap kubus beton dilakukan dengan membagi selisih berat sebelum dan sesudah dikeringkan dengan berat kering beton, lalu dikalikan 100%. Data yang telah diperoleh dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Daya serap air

| Benda Uji | Berat Sebelum (Kg) | Berat Sesudah (Kg) | Volume (m <sup>3</sup> ) | Absorpsi |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------------|----------|
| BS1       | 7,815              | 7,555              | 0,003375                 | 3,4414%  |
| BS2       | 7,446              | 5,712              | 0,003375                 | 5,7948%  |
| BS3       | 6,708              | 6,418              | 0,003375                 | 12,4450% |

Berdasarkan Tabel 8, penyerapan air tertinggi terjadi pada BS3 (*styrofoam* 30%), yang menghasilkan 12,4450%. Peningkatan daya serap. BS3 memiliki daya serap yang paling tinggi dibandingkan dengan beton variasi lain, karena *styrofoam* yang ada pada beton dapat menyerap air lebih banyak, sesuai dengan persentase *styrofoam*-nya yang paling tinggi dibandingkan dengan variasi lain. Hal ini juga membuktikan bahwa dengan adanya *styrofoam* di dalam beton, dapat menciptakan rongga udara, sesuai dengan penelitian (Andryanto & Kushartomo, 2023). Oleh karena itu, semakin tinggi persentase *styrofoam*, maka akan semakin banyak pula *void* yang tercipta di dalam beton, sehingga air dapat mengisi *void* pada beton tersebut, karena *styrofoam* yang tidak dapat menyerap air. Hal tersebut sesuai dengan sifat *styrofoam* yang cenderung hidrofobik (Alwie et al., 2020). (Mochamad Solikin et al., 2019) dalam penelitiannya mengenai absorpsi air, menghasilkan absorpsi atau penyerapan air yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar *styrofoam* di dalam beton. Berikut adalah Gambar 8 Grafik hubungan antara daya serap air dengan variasi *styrofoam*.



Gambar 8 Grafik hubungan antara daya serap air dengan *Styrofoam*

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa, berat volume styrofoam yang rendah dapat menurunkan berat volume beton. Kemudian untuk SCC dengan kadar *styrofoam*, hasil optimum yang diperoleh berdasarkan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur ada pada beton dengan kadar *styrofoam* 10%. Hasil pengujian berturut-turut yaitu, 20,6227 MPa, 2,348 MPa, dan 4,3148 MPa, sedangkan untuk sifat mekanis beton yang terendah ada pada beton dengan kadar *styrofoam* 30% yang menghasilkan kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur berturut-turut 14,5885 MPa, 1,8613 MPa, 4,3148 MPa. Selanjutnya untuk Penyerapan air tertinggi terjadi pada BS3 (*styrofoam* 30%), yang menghasilkan 12,4450% peningkatan daya serap. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi kadar *Styrofoam* pada beton, maka akan semakin rendah berat volume, kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton dan akan semakin tinggi daya serap air beton tersebut.

### 4.2 Saran

Sebaiknya pastikan berat jenis *styrofoam* lebih tinggi dari berat jenis air, hal ini dilakukan agar meminimalisir mengambanginya *styrofoam* ke permukaan beton. Kemudian pada penelitian selanjutnya disarankan meng-*coating styrofoam* agar mendapatkan berat jenis yang lebih tinggi dari berat jenis air.

## Daftar Kepustakaan

- Nugraha., et al. (2020) *Pengaruh Styrofoam Sebagai Substitusi Sebagian Pasir Pada Batako Terhadap Mutu Dan Redaman Panas*, *Jurnal Ekonomi* 18(1).
- Andryanto, J., and Kushartomo, W. (2023) *Sifat Mekanis Beton Dengan Styrofoam Sebagai Media Pembentuk Udara*, *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), <https://doi.org/10.36055/fondasi.v10i1.10599>.
- ASTM C330/C330M-23 (2012) *Standard Specification For Lightweight Aggregates For Structural Concrete*, United States, <https://doi.org/10.1520/C0330>.
- ASTM C 642 (1997) *Standard Test Method For Density, Absorption, And Voids In Hardened Concrete C642-97*, United States.
- ASTM C78-02 (2002) *Standard Test Method For Flexural Strength Of Concrete*, United States.
- BSN (2011) *SNI 1974:2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*, Badan Standar Nasional Indonesia.
- BSN (2019) *SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standar Nasional Indonesia.
- Darayani, et al. (2018) *The Effect Of Styrofoam Artificial Lightweight Aggregate (ALWA) On Compressive Strength Of Self Compacting Concrete (SCC)*, *Civil Engineering Journal*, 4(9), <https://doi.org/10.28991/cej-03091143>.
- EFNARC (2005) *The European Guidelines For Self-Compacting Concrete*.

- Falfuady, Saloma, and Idris, Y. (2019) *Characteristics Foam Concrete With Polypropylene Fiber And Styrofoam*, *Journal of Physics: Conference Series*, 1198(8), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1198/8/082020>.
- BSN (1997) *SNI 03-4431-1997 Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*.
- Leny, P., Purba, A., and Rajak, A. (2019) *Nanoserat Komposit Styrofoam/ Polyvinyl Pirrolidone (PVP) Sebagai Media Filter Air*, *Journal of Science and Applicative Technology*, <https://doi.org/10.35472/x0xx0000>.
- Mahdi, H. A., Jasim, K. A., and Shaban, A. H. (2019) *Manufacturing And Improving The Characteristics Of The Isolation Of Concrete Composites By Additive Styrofoam Particulate*. *Energy Procedia*, 157(2018), <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.176>.
- Mansyur, M., Yusmartini, E. S., and Kharismadewi, D. (2021) *Pengaruh Penambahan Styrofoam Terhadap Kualitas Beton K-255*. *Distilasi*, 6(2).
- Masdar, H., et al. (2019) *Sifat Mekanik Beton Reaktif Yang Menggunakan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dan Perlakuan Perawatan Panas (Heat Curing)*, *SeNiTia*, 1–6.
- Mohamad, M. E. (2022) *Compressive Strength of Concrete Containing Expanded Polystyrene Styrofoam (EPS) Concrete And Partial Cement Replacement of Fly Ash And Silica Fume*, *Journal Of Mechanical Engineering*, [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85147802239](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85147802239).
- Mulya, A. (2022) *Diatomae Sebagai Substitusi Semen Dengan Penambahan*. 4(1), 64–70.
- Sahast, C. J., et al. (2022) *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebgai Bahan Pengganti Sejumlah Semen dan Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan pada Self Compacting Concrete (SCC)*, *JRSDD*, 10(2), 359–372, <https://media.neliti.com/media/publications/485554-none-298a41a6.pdf>.
- BSN (2011) *SNI-4431 Cara Uji Kuat Lentur Beon Normal Cara Dengan Dua Titik Pembebanan*.
- BSN (2014) *SNI 2491:2014 Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*, *Badan Standar Nasional, Indonesia*.
- Solikin, Mochamad, and Ikhsan, N. (2018) *Styrofoam As Partial Substitution Of Fine Aggregate In Lightweight Concrete Bricks*, *AIP Conference Proceedings*, <https://doi.org/10.1063/1.5042961>.
- Solikin, M., et al. (2019) *High Content Styrofoam As Partial Substitution For Fine Aggregate In SCC Lightweight Concrete Brick*, *AIP Conference Proceedings*, <https://doi.org/10.1063/1.5112426>.
- Zhang, J., et al. (2019) *Modelling Uniaxial Compressive Strength Of Lightweight Self-Compacting Concrete Using Random Forest Regression*. *Construction and Building Materials*, 210, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.189>.