

PERBANDINGAN KARAKTERISTIK PADA CAMPURAN BETON DENGAN PENAMBAHAN VARIASI UKURAN LIMBAH *STYROFOAM*

Inkha Tasyana Riza^{1,*}, Henggarrisa Destania^{2,*}, Ratih Baniva^{3,*}

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri

^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri

Jln. Jendral Sudirman No. 629 Kota Palembang 30113.

*E-mail : tasyanariza@gmail.com, henggarrisa@uigm.ac.id, ratih.baniva@uigm.ac.id .

Abstract

Mixing concrete with styrofoam waste could help reduce waste in Indonesia. Aside from reducing the existing waste, this study also aims to determine the characteristics of concrete against Styrofoam waste substitution and the optimum value obtained from the results of its concrete testing. The methodology used is an experiment that is a research method to determine specific effects. This study uses two size variations of Styrofoam waste, small size (2 – 4.75mm) and large (4.75mm – 20mm), using the additional percentage of 0%, 15%, 25%, and 35%. As for the testing objects, we are using 42 testing objects with a test age of 7 days and 28 days. From the results of 28 days age test, normal concrete has a split tensile strength value of 1.91 Mpa concrete with the addition of small size styrofoam waste has rougher surface properties than ordinary concrete and has a split tensile strength value with a percentage of 15%, 25%, 35% of 2.07 MPa, 1.54 MPa and 1.70 MPa and the optimum value was obtained at the percentage of 15% at 2.07 MPa. Concrete with the addition of large size variations has concrete properties that produce voids in the concrete that are larger and result in a lighter weight than normal concrete. The split tensile strength values of concrete with percentages of 15%, 25% and 35% are 1.86 MPa, 1.80 MPa, and 1.43 MPa. The optimum value obtained on this large-size styrofoam occurred at a percentage of 15% at 1.86 MPa.

Keywords : *Styrofoam waste, tensile strength, two size variations*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan teknologi di era sekarang dapat memanfaatkan hal-hal yang kita rasa perlu dilakukan untuk menyelamatkan alam dari *global warming* dengan penumpukan sampah atau limbah. Limbah *styrofoam* sendiri termasuk limbah yang sulit terurai untuk menghilangkannya butuh waktu yang lama. Maka dari itu dibutuhkannya solusi bagaimana cara mengontrol limbah *styrofoam* agar tidak menumpuk.

Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan dan banyak melakukan perkembangan sampai saat ini. Nisumanti (2016) menyebutkan bahwa ini dikarenakan bahan-bahan campurannya mudah ditemukan di daerah sekitar, cukup awet, dan harganya relatif murah. Fauzi dan Lestari (2020) menyebutkan bahwa beton sebagai bahan konstruksi tidak sekedar terdiri dari bahan

campuran semen, pasir, batu pecah dan air, tetapi juga dapat ditambahkan dengan bahan tambahan. bahan alternatif tambahan yang dapat dimanfaatkan salah satunya *styrofoam*. Campuran pembuatan beton dengan bahan alternatif tambahan dari limbah *styrofoam* adalah salah satu solusi untuk mengurangi limbah yang ada di Indonesia.

Permasalahan yang ada pada penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik beton akibat substitusi limbah *styrofoam* terhadap kuat tarik belah.
2. Berapa komposisi optimum substitusi limbah *styrofoam* terhadap kuat tarik belah.

Adapun tujuan pada penelitian yaitu :

1. Untuk mengetahui karakteristik beton akibat substitusi *styrofoam* terhadap kuat tarik belah.
2. Untuk mengetahui berapa komposisi optimum substitusi *styrofoam* terhadap kuat tarik belah.

Untuk mengurangi masalah yang ada agar tidak meluas, maka peneliti membatasi ruang lingkup sebagai berikut :

1. Pengujian yang dilakukan kuat tarik belah.
2. Bahan yang digunakan limbah *styrofoam* dengan persentase 0%, 15%, 25%, 35%.
3. Untuk ukuran *styrofoam* yang digunakan ada 2 yaitu *styrofoam* ukuran kecil (2 - 4,75 mm) dan *styrofoam* ukuran besar (4,75 - 20 mm).
4. Umur pengujian adalah 7 dan 28 hari

Beton merupakan hubungan dari bahan konstruksi yang terbentuk pada gabungan air agregat dan semen. Pada semen dan air yang akan dicampurkan untuk membuat adonan semen dan memiliki fungsi menjadi material pengikat, sedangkan agregat halus dan besar menjadi material pengisi. agregat halus berfungsi menjadi bahan pengisi ruang pada agregat besar. Ilmas S R, dkk. (2017) menyebutkan bahwa material yang akan ditunjuk sebanding dengan ketetapan yang ditentukan, disatukan pada perbandingan tertentu dan dimanfaatkan sebagaimana untuk mewujudkan beton yang direncanakan.

Semen

Semen berfungsi untuk mengikat butiran-butiran agregat supaya terbentuk massa yang kedap. Semen juga berfungsi untuk memenuhi pori-pori di sekitar butiran agregat. Aryatnie, P. A (2021) menyebutkan bahwa pada adonan beton, semen memiliki sekitaran 10% dari dimensi beton.

Berdasarkan (SNI 15-2049-2004) semen terbagi menjadi lima macam kategori berdasarkan tujuan pemakaiannya, yaitu :

1. Tipe I yaitu semen yang sering dipakai pada konstruksi.

2. Tipe II yaitu jenis semen dengan pemakaiannya diperlukan keawetan terhadap panas dan sulfat.
3. Tipe III yaitu jenis semen dengan pemakaiannya diperlukan kekuatan yang tinggi, sehingga bisa digunakan untuk perbaikan bangunan.
4. Tipe IV yaitu jenis semen pada pemakaiannya diperlukan kalor hidrasi rendah, hampir sama dengan tipe II.
5. Tipe V merupakan tipe semen dalam penggunaannya diperlukan keawetan yang tinggi.

Agregat Halus

Agregat halus merupakan material halus atau mineral lain yang didapat dari alam ataupun buatan untuk mengisi rongga pada agregat kasar yang menyebabkan beton menjadi lebih kuat. Agregat halus tidak boleh mengandung zat-zat organik dikarenakan bisa menyebabkan reaksi pada campuran semen dan bisa mengurangi mutu pada campuran betonnya.

Menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat kecil yang butiran maksimumnya 4,76 mm didapat dari alam ataupun hasil alam, dan untuk agregat halus yang didapat dari hasil olahan yaitu butiran halus yang melewati proses pemecahan dan penyaringan untuk menghasilkan butiran yang kecil/halus.

Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar merupakan krikil sebagai bahan dihasilkan oleh sintegrasi alam pada batuan atau berbentuk batu pecahan yang ditemukan pada industry pemecah batu dan memiliki ukuran saringan melewati 4,75 mm.

Air

Air memiliki peran yang sangat penting dalam pencampuran beton, sebab berpengaruh kepada karakteristik beton, karakteristik yang berpengaruh adalah kemudahan pekerjaan (*workability*) dan penurunan. Selain itu tujuan penting penggunaan air adalah untuk tahap hidrasi, yaitu reaksi pada air dengan semen yang mewujudkan adonan mengeras sesudah beberapa jam. Shetty, M.S (2019)

menyebutkan bahwa setelah pengecoran air dapat dimanfaatkan untuk perawatan (*curing*) agar menghasilkan tahapan pengkerasan yang sempurna.

Menurut SNI 03-2847-2002 penggunaan air pada campuran harus melewati persyaratan sebagai berikut :

1. Air bersih, tidak mengeluarkan aroma bau, tidak ada rasa, dan bisa dipakai dalam kehidupan sehari-hari.
2. Tidak terkandung lumpur, berminyak, air harus jernih.
3. Tidak terkandung akali atau zat-zat lainnya yang dapat merusak beton.
4. Tidak terkandung barang yang bersuspensi lebih dari 2 gr/lt.

Kuat Tarik Belah

Kuat Tarik belah adalah salah satu pengujian kekuatan pada beton. Kuat tarik pada beton relatif kecil, sekitar 10% sampai 15% dari kuat tekan beton, dan pernah mencapai 20%. Berdasarkan SNI 03-2492-2002 pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui ketahanan terhadap geser pada benda berbentuk terbut dari beton yang menggunakan butiran ringan.

Berdasarkan SNI 03-2491-2002 hasil kekuatan benda uji bisa didapat dengan menggunakan rumus menurut :

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.L.D} \quad (1)$$

Keterangan :

- f_{ct} = kuat tarik belah (MPa)
- P = beban uji maksimum (N)
- L = panjang benda uji (mm)
- D = diameter benda uji (mm)

Styrofoam

Styrofoam atau *expanded polystyrene* terkenal sebagai gabus putih sering dipakai sebagai bungkus barang-barang elektronik. *Styrofoam* memiliki berat satuan berkisar antara 13-22 kg/m³ *Styrofoam* Selain ringan *styrofoam* juga mempunyai keahlian dalam meresap air yang paling rendah (rapat air). Pemakaian *styrofoam* bisa dimaksudkan untuk lubang udara. Steffani A, dkk. (2019) menyebutkan bahwa keunggulan penggunaan *styrofoam* daripada menggunakan lubang udara pada beton belubang yaitu *styrofoam* memiliki kuat tarik.

Penggunaan *styrofoam* dalam campuran beton bisa menurunkan berat jenis beton. F. Alfuady, dkk. (2019) menyebutkan bahwa *Styrofoam* sendiri digunakan untuk bahan pengganti agregat kasar maupun halus.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di laboratorium beton Universitas Indo Global Mandiri Palembang. Untuk bahan penambahan campuran beton yaitu limbah *Styrofoam* didapatkan dari sampah rumah tangga seperti kemasan makanan, aksesoris rumah dan pengaman elektronik yang berada di sekitaran kota Palembang. Metode yang dilakukan untuk penelitian ini adalah eksperimen yang merupakan metode penelitian untuk mengetahui pengaruh tersendiri. Faktor pada penelitian ini adalah karakteristik beton terhadap kuat tarik belah dan berapa komposisi optimum terhadap kuat tarik belah.

Bahan yang akan dipakai pada penelitian yaitu :

1. Semen Tipe I
2. Agregat halus
3. Agregat kasar
4. Air
5. *Styrofoam* (ukuran kecil 2-4,75 mm dan ukuran besar 4,75-20 mm)

Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dipakai cetakan bentuk silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm, dengan menggunakan benda uji 42 buah dengan empat variasi campuran. Pengujian dilaksanakan apabila beton berumur 7 hari pada massa lembab dan diumur 28 hari.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Dengan Variasi Campuran Untuk 1 Hari Pengujian

No.	Variasi Penambahan Styrofoam (%)	Jumlah Benda Uji Tiap Variasi Kuat Tarik Belah		Total (buah)
		Variasi Besar	Variasi Kecil	
1	0%	3		3
2	15%	3	3	6
3	25%	3	3	6
4	35%	3	3	6
Jumlah				21

Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini menggunakan perbandingan 1:2:3 pada campuran. Untuk setiap 1 kali pengadukan/pembuatan beton menghasilkan 6 buah benda uji. Maka dari itu perhitungan komposisi beton *styrofoam* dihitung per 6 benda uji. Pada komposisi campuran beton menyebutkan BN (Beton Normal), BS.K (Beton *Styrofoam* Kecil) dan BS.B (Beton *Styrofoam* Besar).

Tabel 2. Komposisi Campuran Beton Dengan Penambahan Styrofoam Untuk 6 Benda Uji

Kode	Semen (kg)	Agregat Halus		Agregat Kasar		Air (kg)	
		Pasir (kg)	Styrofoam (gr)	Split (kg)	Styrofoam (gr)		
BN	1	4.2	7.8	-	12.6	-	2.3
BS.K-15%	1	4.2	6.6	6.9	12.6	-	2.3
BS.B-15%	2	4.2	7.8	-	10.7	10.8	2.3
BS.K-25%	1	4.2	5.9	11.6	12.6	-	2.3
BS.B-25%	2	4.2	7.8	-	9.5	17.9	2.3
BS.K-35%	1	4.2	5.1	16.2	12.6	-	2.3
BS.B-35%	2	4.2	7.8	-	8.2	25.1	2.3

Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian dilakukan apabila beton telah berumur 7 dan 28 hari. Pada pengujian kuat tarik belah ini dilakukam melalui pengujian splitting test dimana silinder beton akan diletakan melintang diatas alat penguji.

Berikut prosedur pengujian:

1. Sebelum melakukan pengujian kuat tarik belah benda uji ditimbang terdahulu.
2. Letakan alat *splitting* ke dalam Compression Testing Machine.
3. Lalu letakan benda uji silinder diatas splitting dengan arah memanjang dan dalam keadaan stabil.
4. tambahkan beban secara perlahan terhadap benda uji dengan menoperasikan mesin sampai benda uji terbelah menjadi dua bagian.
5. Dokumentasikan dan catat hasil beban maksimal yang bisa di tahan oleh benda uji.
6. Hitung nilai kuat tarik belah menggunakan rumus

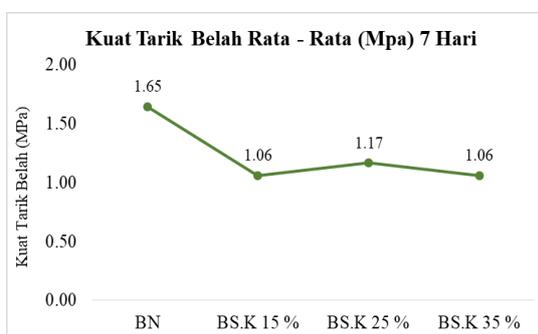
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kuat tarik belah dapat di rekapitulasi untuk mengetahui nilai optimum pada campuran beton dengan menggunakan 2 variasi ukuran limbah *styrofoam* sebagai substitusi agregat,

- a. Pengujian beton *styrofoam* ukuran kecil 7 hari

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Pengujian 7 Hari Variasi Kecil

Kode	Berat (Kg)	Beban P Max (KN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata - Rata (Mpa) 7 Hari
BN	3.553	50	1.59	1.65
	3.666	50	1.59	
	3.563	55	1.75	
BS.K 15 %	3.558	30	0.96	1.06
	3.477	35	1.11	
	3.528	35	1.11	
BS.K 25 %	3.443	35	1.11	1.17
	3.547	35	1.11	
	3.484	40	1.27	
BS.K 35 %	3.393	35	1.11	1.06
	3.378	35	1.11	
	3.402	30	0.96	



Gambar 1. Grafik Kuat Tarik Belah 7 Hari

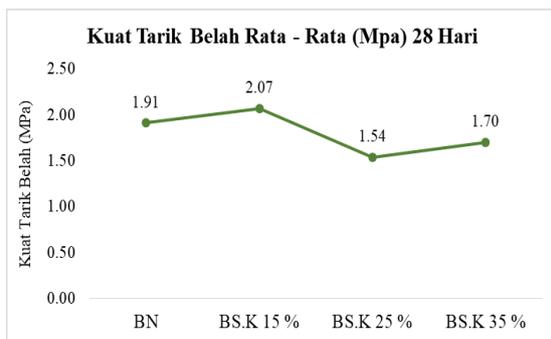
Pada Tabel 3 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa rata-rata nilai kuat tarik belah pada beton normal memiliki nilai kuat tarik belah tertinggi yaitu sebesar 1,65 Mpa. Beton pada penambahan *styrofoam* 15% memiliki kuat tarik belah sebesar 1,06 MPa, beton *styrofoam* 25% sebesar 1,17 MPa dan beton *styrofoam* 35% sebesar 1,06 MPa. Dari hasil rata-rata kuat tarik belah menunjukkan bahwa dari variasi beton normal ke 15% terjadi penurunan sebesar 0,59 MPa dan terjadi peningkatan dari beton variasi 15% ke 25% sebesar 0,11 MPa. Sedangkan pada

variasi 25% ke 35% terjadi penurunan sebesar 0,11 MPa.

b. Pengujian beton *styrofoam* ukuran kecil 28 hari

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Pengujian 28 Hari Variasi Kecil

Kode	Berat (Kg)	Beban P Max (KN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata - Rata (Mpa) 28 Hari
BN	3.516	75	2.39	1.91
	3.605	50	1.59	
	3.710	55	1.75	
BS.K 15 %	3.525	65	2.07	2.07
	3.434	65	2.07	
	3.512	65	2.07	
BS.K 25 %	3.477	55	1.75	1.54
	3.375	40	1.27	
	3.428	50	1.59	
BS.K 35 %	3.420	55	1.75	1.70
	3.403	65	2.07	
	3.433	40	1.27	



Gambar 2. Grafik Kuat Tarik Belah 28 Hari

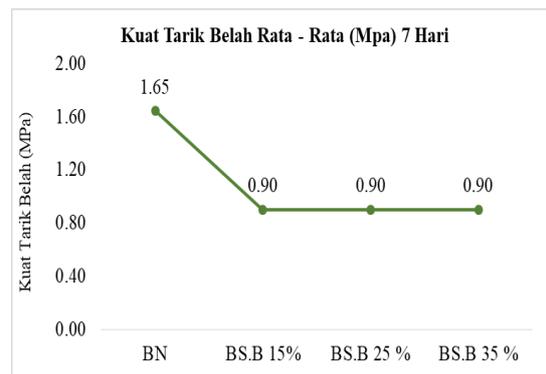
Pada Tabel 4 dan Gambar 2 menunjukkan hasil rata-rata kuat tarik belah umur 28 hari beton normal memiliki kuat tarik belah sebesar 1,91 Mpa. Beton *styrofoam* 15% mendapati hasil rata-rata tertinggi yaitu sebesar 2,07 MPa, beton *styrofoam* 25% menghasilkan nilai sebesar 1,54 MPa, dan untuk beton *styrofoam* 35% menghasilkan nilai sebesar 1,70 MPa. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa beton *styrofoam* 15% menghasilkan kuat tarik belah lebih tinggi dari beton normal yaitu mengalami peningkatan selisih sebesar 0,16 MPa. terjadi penurunan dari beton *styrofoam* 15% ke 25% yaitu sebesar 0,53 MPa, dan mengalami peningkatan lagi pada beton *styrofoam* 35% yaitu sebesar 0,16 MPa. pada variasi ukuran kecil ini menghasilkan beton dengan permukaan yang lebih kasar

dikarenakan sebagian *styrofoam* naik ke atas akibat beton dipadatkan didalam cetakan menggunakan besi pemadat untuk berat dari beton menggunakan *styrofoam* variasi ukuran kecil ini tidak jauh berbeda dari beton normal.

c. Pengujian beton *styrofoam* ukuran besar 7 hari

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Pengujian 7 Hari Variasi Besar

Kode	Berat (Kg)	Beban P Max (KN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata - Rata (Mpa) 7 Hari
BN	3.553	50	1.59	1.65
	3.666	50	1.59	
	3.563	55	1.75	
BS.B 15%	3.387	35	1.11	0.90
	3.471	25	0.80	
	3.768	25	0.80	
BS.B 25 %	3.316	30	0.96	0.90
	3.307	25	0.80	
	3.421	30	0.96	
BS.B 35 %	3.225	30	0.96	0.90
	3.176	35	1.11	
	3.054	20	0.64	



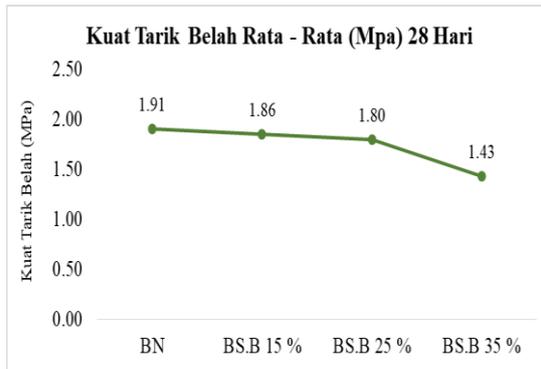
Gambar 3. Grafik Kuat Tarik Belah 7 Hari

Pada Tabel 5 dan Gambar 3 bisa dilihat bahwa nilai kuat tarik belah beton 7 hari yaitu beton normal memiliki nilai tertinggi yaitu sebesar 1,65 Mpa. Beton pada penambahan limbah *styrofoam* sebagai substitusi agregat kasar 15% sebesar 0,90 MPa, beton pada penambahan *styrofoam* 25% sebesar 0,90 dan beton dengan penambahan *styrofoam* 35% sebesar 0,90 MPa. Pada kuat tarik belah beton *styrofoam* variasi 15%, 25% dan 35% menghasilkan nilai rata-rata yang sama yaitu sebesar 0,90 MPa, nilai diakibatkan oleh proses pengeluaran beton pada bak perendaman.

d. Pengujian beton *styrofoam* ukuran besar 28 hari

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Pengujian 28 Hari Variasi Besar

Kode	Berat (Kg)	Beban P Max (KN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah Rata - Rata (Mpa) 28 Hari
BN	3.516	75	2.39	1.91
	3.605	50	1.59	
	3.710	55	1.75	
BS.B 15 %	3.553	50	1.59	1.86
	3.458	60	1.91	
	3.464	65	2.07	
BS.B 25 %	3.445	45	1.43	1.80
	3.407	60	1.91	
	3.388	65	2.07	
BS.B 35 %	3.270	50	1.59	1.43
	3.082	40	1.27	
	3.130	45	1.43	



Gambar 4. Grafik Kuat Tarik Belah 28 Hari

Bisa dilihat Tabel 6 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil kuat tarik belah beton pada umur 28 hari yaitu beton normal memiliki kuat tarik belah rata-rata paling tinggi yaitu sebesar 1,91 Mpa. Beton *styrofoam* 15% sebesar 1,86 MPa, beton *styrofoam* 25% sebesar 1,80 MPa dan beton *styrofoam* 35% sebesar 1,43 MPa. Dari hasil ini menunjukkan bahwa beton normal ke beton *styrofoam* mengalami penurunan sebesar 0,05 MPa. Sedangkan beton *styrofoam* 15% dan beton *styrofoam* 25% memiliki penurunan sebesar 0,06 MPa sedangkan pada beton 35% memiliki penurunan sebesar 0,37 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa beton *styrofoam* variasi ukuran besar pada persentase penambahan 15%, 25% dan 35% belum mencapai rata-rata kuat tarik belah beton normal. Sifat yang dimiliki beton *styrofoam*

variasi ukuran besar ini memiliki beton dengan rongga-rongga yang besar dan menyebabkan kuat tarik belah semakin kecil, namun dengan menggunakan limbah *styrofoam* sebagai substitusi agregat kasar ini menghasilkan berat beton lebih ringan dibandingkan dengan beton normal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Karakteristik beton dengan penambahan variasi ukuran pada limbah *styrofoam* menunjukkan hasil bahwa beton dengan penambahan variasi limbah *styrofoam* ukuran kecil ini memiliki sifat beton dengan permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan beton biasa dan berat dari beton sendiri tidak berbeda jauh dari beton normal. Dari penambahan limbah *styrofoam* ini menunjukkan hasil rata-rata kuat tarik belah pada campuran *styrofoam* variasi kecil dengan persentase 15%, 25%, dan 35% sebesar 2,07 MPa, 1,54 MPa dan 1,70 MPa. Sedangkan beton dengan penambahan variasi limbah *styrofoam* ukuran besar memiliki sifat beton dengan menghasilkan rongga-rongga pada beton yang lebih besar dan juga menghasilkan berat beton menjadi lebih ringan dari beton tanpa campuran sehingga menghasilkan rata-rata kuat tarik belah dengan persentase 15%, 25% dan 35% sebesar 1,86 MPa, 1,80 MPa dan 1,43 MPa.
2. Nilai optimum yang didapat dari hasil pengujian kuat tarik belah pada beton *styrofoam* dengan penambahan variasi ukuran kecil dengan persentase 15%, 25% dan 35% terjadi pada persentase 15% dengan nilai kuat tarik belah sebesar 2,07 MPa. Sedangkan pada beton *styrofoam* variasi ukuran besar dengan persentase 15%, 25% dan 35% didapat pada persentase penambahan 15% dengan nilai kuat tarik belah sebesar 1,86 MPa.

REFERENSI

- Aryatnie, P. A. (2021). Pengaruh Penggunaan Limbah Styrofoam terhadap Karakteristik Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan CLC.

- F.Alfuady, Saloma, dan Y. Idris. (2019). Characteristics Foam Concrete With Polypropylene Fiber and Styrofoam. *IOP Conf. Series: Journal Of Physics: Conf. Series 1198*, 1-7.
- Fauzi, M., dan Lestari, D. A. (2020). Analisis Kuat Lentur Campuran Beton Menggunakan Limbah B3 Sebagai Bahan Adiktif. *Pilar Jurnal, Teknik Sipil*, 58-63.
- Hadiyana, D., dan Nisumanti, S. (2016). Penggunaan Viscocrete 3115 ID Untuk Memudahkan Pengerjaan (Workability Beton Mutu Tinggi K.350 Dan Kuat Tekan Beton. *Bearing : Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, Vol 4, No.3, 107-113.
- Ilmas. S., Fuad, Indra. S., Wartini, & Y. P. (2017). Analisis Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Campuran Beton Dengan Penambahan Ranting Bambu. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Volume 5, No. 2 Juli 2017.
- Shetty, M.S. (2019). *Concrete Tchenology Theory And Practice*. New Delhi : S Chand & Co Ltd.
- SNI 03 - 2491 - 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah*. Standar Nasional Indonesia. Bandung : Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03 - 2492 - 2002. *Metode Pengambilan Dan Pengujian Beton Inti*. Standar Nasional Indonesia. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03 - 2847 - 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Standar Nasional Indonesia. Bandung : Badan Standarisasi Nasional .
- SNI 03 - 6820 - 2002. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Semen*. Standar Nasional Indonesia.
- SNI 15 - 2049 - 2004. *Semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- SNI 1970 : 2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. In Standar Nasional Indonesia. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Steffani A, D. Z. (2019). Sifat Mekanik Bata Beton Dengan Penambahan Styrofoam. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sai*.