

PENGARUH PENGGUNAAN STYROFOAM SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT KASAR TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK LENTUR BETON RINGAN

Eko Tarihoran

Ellen. J. Kumaat, Reky S. Windah

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : ekotarihoran09@gmail.com

ABSTRAK

Beton ringan merupakan salah satu contoh yang menunjukkan perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi di era sekarang ini. Untuk memproduksi beton ringan pastinya memerlukan material campuran beton yang mempunyai berat jenis rendah. Styrofoam merupakan salah satu bahan yang bisa digunakan karena mempunyai berat jenis yang rendah. Penambahan Styrofoam pada campuran beton dilakukan dengan cara mensubstitusi terhadap agregat kasar dan diharapkan dapat mereduksi berat volume beton.

Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian dilaboratorium yang menggunakan butiran styrofoam sebagai substitusi parsial agregat kasar pada campuran beton sebesar 50%, 60%, dan 70% terhadap volume beton. Pengujian kuat tekan dan tarik lentur dilakukan pada umur perawatan 7, 14, dan 28 hari dimana mutu beton yang direncanakan adalah sebesar 25 MPa. Dan benda uji yang digunakan, yaitu silinder berukuran 10 x 20 (cm) dan balok berukuran 10 x 10 x 40 (cm).

Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa substitusi Styrofoam terhadap agregat kasar pada campuran beton berpengaruh pada karakteristik beton tersebut. Dimana substitusi Styrofoam terhadap agregat kasar ini dapat mereduksi berat volume beton sebesar 26.92%. dan untuk nilai kuat tekan dan tarik lentur menunjukkan bahwa, akibat dari substitusi Styrofoam terhadap agregat kasar dapat menyebabkan pada penurunan mutu beton.

Kata kunci: Beton Ringan, Styrofoam, Kuat Tekan, Kuat Tarik Lentur.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi di era sekarang ini menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, diantaranya untuk pembangunan perumahan, perkantoran, gedung sekolah dan lain sebagainya. Beton merupakan salah satu bahan konstruksi bangunan yang paling banyak digunakan, karena memiliki keunggulan dibanding material struktur lainnya yakni, memiliki kekuatan yang baik, tahan terhadap cuaca, dan mudah dalam pengerjaannya.

Namun beton memiliki satu kelemahan yaitu, berat jenisnya yang cukup tinggi sehingga menyebabkan beban mati pada suatu struktur bangunan menjadi lebih besar. Oleh sebab itu, terobosan tentang teknologi beton selalu diupayakan untuk merespons tantangan akan kebutuhan dunia konstruksi saat ini, misalnya bersifat ramah lingkungan dan mempunyai berat jenis yang rendah (beton ringan). Beton ringan pada dasarnya mempunyai berat jenis kurang dari 1900 kg/m³.

Dalam proses ini, produksi beton ringan pastinya memerlukan material campuran yang mempunyai berat jenis rendah. Salah satu bahan substitusi yang bisa dipergunakan adalah *Styrofoam*. *Styrofoam* merupakan salah satu bahan material yang mempunyai berat jenis yang rendah. *Styrofoam* yang dibuat dari polisterin atau lebih dikenal dengan gabus putih acapkali menjadi limbah industri maupun limbah rumah tangga yang akan menjadi permasalahan lingkungan karena sifatnya yang susah untuk membusuk dan susah terurai di alam.

Dengan menggunakan *Styrofoam* dalam campuran beton, maka secara total berat beton akan lebih ringan dan nilai guna dari *Styrofoam* kian bertambah, akan tetapi hal ini akan berakibat pada kekuatan beton tersebut seiring dengan penambahan *Styrofoam*.

Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilaksanakan tanpa terlepas dari hasil penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai pedoman dan perbandingan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Putra (2015) tentang Karakteristik

beton ringan dengan bahan pengisi *Styrofoam*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Styrofoam* yang digunakan sebagai bahan pengisi campuran beton dengan variasi persentase 10%, 30% dan 50% menurunkan berat volume beton dari 2286.46 kg/m³ pada beton normal menjadi 2154.17 kg/m³ pada variasi 10%, 1881.25 kg/m³ pada variasi 30% dan 1636.46 kg/m³ pada variasi 50%. Dengan kuat tekan secara berturut sebesar 27.74 MPa, 17.76 MPa, 13.12 MPa, dan 5.26 MPa. Dan nilai dari kuat tarik lentur secara berturut-turut sebesar 6.13 MPa, 4,98 MPa, 4.24 MPa, dan 3.40 MPa.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang digunakan diatas, maka dirumuskanlah permasalahan penelitian ini sebagai berikut “Bagaimana pengaruh penggunaan *Styrofoam* sebagai substitusi parsial agregat kasar yang bervariasi (0%, 50%, 60%, 70%) terhadap kuat tekan dan tarik lentur?”

Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas dan menyederhanakan permasalahan maka dalam penelitian ini akan dibatasi pada beberapa keadaan berikut:

1. Bahan pembentuk beton sebagai berikut:
 - a. Semen Portland komposit Tonasa
 - b. Agregat Halus yang digunakan, yaitu pasir dari Girian
 - c. Agregat Kasar yang digunakan, yaitu kerikil dari Lansot, Kema
 - d. Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Struktur dan Material, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.
 - e. *Styrofoam* yang digunakan berbentuk butiran dengan diameter 3-5mm
2. Perhitungan komposisi campuran beton sesuai metode ACI 211.1-91
3. Mutu beton normal yang direncanakan adalah 25 Mpa
4. Tidak ada perlakuan Khusus Terhadap *Styrofoam*
5. Pengaruh suhu udara dan faktor lainnya diabaikan
6. Pengujian dilakukan saat umur beton 7, 14 dan 28 hari
7. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi.
8. Variasi substitusi *Styrofoam* terhadap berat volume agregat kasar 0%, 50%, 60%, 70%

Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi parsial *Styrofoam* terhadap agregat kasar dengan variasi persentase yang berbeda-beda terhadap kuat tekan dan tarik lentur.

Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat bagi perkembangan teknologi beton, antara lain sebagai berikut :

1. Bahan referensi untuk mengetahui pengaruh substitusi *Styrofoam* terhadap agregat kasar
2. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi dalam meningkatkan nilai guna *Styrofoam* sebagai bahan alternatif pada campuran beton.
3. Sebagai suatu referensi bagi masyarakat tentang beton ramah lingkungan.

LANDASAN TEORI

Beton

Beton adalah bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, abu terbang, terak dapur tinggi, sulfur, serat dan lain-lain (Neville dan Brooks, 1987).

Beton Ringan

Berdasarkan SNI 03 - 2847 - 2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³

Menurut Tjokrodimuljo (2007) pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara:

1. Membuat gelembung-gelembung gas udara dalam adukan semen. Dengan demikian akan terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Bahan Tambahan Khusus (pembentuk gelembung udara dalam beton) ditambahkan ke dalam semen dan akan terbentuk gelembung udara.
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar dan batu apung. Dengan demikian beton yang terjadi pun akan lebih ringan daripada beton normal.
3. Pembuatan beton tidak dengan butir-butir agregat halus. Dengan demikian beton ini disebut “beton non-pasir” dan hanya dibuat dari semen dan agregat kasar saja (dengan butir maksimum agregat kasar sebesar 20 mm atau 10 mm). Beton ini mempunyai pori-pori

yang hanya berisi udara (yang semula terisi oleh butir-butir agregat halus).

Styrofoam

Styrofoam atau plastik busa masih termasuk golongan plastik. Umumnya *Styrofoam* (*polystyrene foam*) berwarna putih. *Styrofoam* merupakan bahan plastik yang memiliki sifat khusus dengan struktur yang tersusun dari butiran dengan kerapatan rendah, mempunyai bobot ringan, dan terdapat ruang antar butiran yang berisi udara yang tidak dapat menghantar panas, sehingga hal ini membuatnya menjadi insulator panas yang baik. Sifat-sifat *Styrofoam*:

- Mempunyai berat jenis yang relatif ringan.
- Tahan terhadap asam, basa, dan zat korosif.
- Mempunyai titik leleh pada suhu 102-106 °C.
- Mampu menahan panas.
- Dapat memperlambat timbulnya panas hidrasi
- Dapat mengurangi beban gempa yang berkerja lebih kecil karena berat struktur beton berkurang.

Polystyrene merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu dibawah 100°C (Billmeyer, 1984). Penggunaan *Styrofoam* dalam beton dapat dianggap sebagai udara yang terjebak. Sehingga memberikan keuntungan akan berkurangnya berat volume beton.



Gambar 1. Butiran *Styrofoam*

Berat Volume

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton terhadap volumenya. Berat volume beton bergantung pada berat volume agregat yang membentuk beton tersebut.

Berat volume beton:

$$D = \frac{W}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Dimana:

D = Berat Volume Beton (kg/m³)

W = Berat (kg)

V = Volume (m³)

Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Berdasarkan SNI 1974:2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dimana:

f'_c = Kuat Tekan Beton (N/mm²)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang yang Menerima Beban (mm²)

Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Kuat tarik juga merupakan bagian penting didalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat tarik biasanya diadakan untuk pembuatan konstruksi jalan raya dan lapangan terbang (Murdock dan Brook, 1991).

SNI 4431-2011, Pembebanan dilakukan 1/3 bentang untuk mendapatkan lentur murni. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2}$$

Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2}$$

dimana:

σ_1 = Kuat Lentur (MPa)

P = Beban Maksimum (N)

L = Panjang bentang pengujian (mm)

b = lebar benda uji (mm)

h = tinggi benda uji (mm)

a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat (mm)

Dalam SNI 03-2847-2002, dijelaskan bahwa untuk beton dengan beban normal yang tidak menggunakan tulangan, nilai modulus keruntuhan dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut

$$f_r = 0.7 \sqrt{f'_c}$$

dimana:

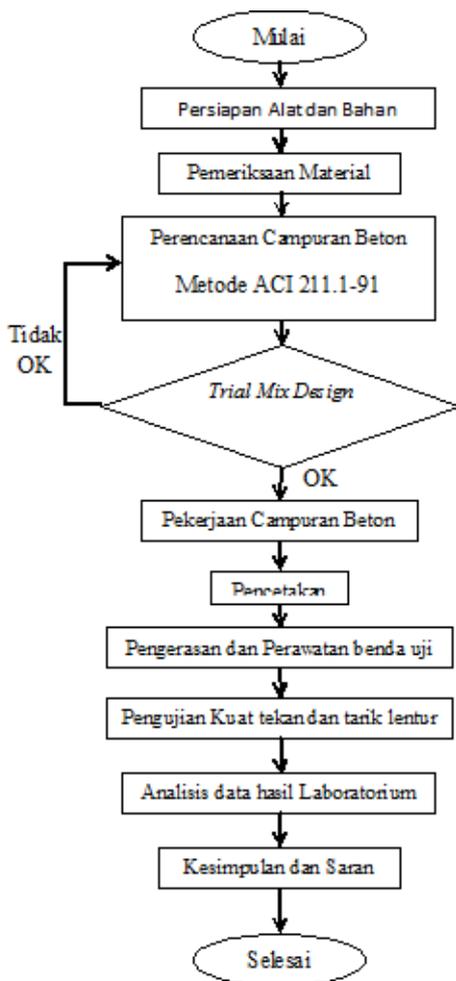
f_r = Modulus Keruntuhan/kuat lentur batas (MPa)

f'_c = Kuat Tekan Beton (MPa)

METODOLOGI PENELITIAN

Umum

Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran Beton

Bersumber pada hasil pemeriksaan material yang telah dilakukan, maka menurut ACI 211.1-91 untuk mencapai beton dengan mutu sebesar 25 MPa dengan Faktor Air Semen 0,52 (didapatkan setelah beberapa kali *trial mix design*) dibutuhkan komposisi campuran beton untuk sebagai berikut

Tabel 1. Komposisi Campuran Beton Untuk 1m³

No	Material (Kg)	Beton Normal	Substitusi 50%	Substitusi 60%	Substitusi 70%
1	Semen	394.23	394.23	394.23	394.23
2	Air	197.32	226.98	226.98	229.10
3	Agregat Kasar	883.87	441.94	353.55	265.16
4	Agregat Halus	743.39	743.39	743.39	743.39
5	Styrofoam		1.42	1.70	1.98
TOTAL		2218.81	1809.12	1721.25	1635.5

Pemeriksaan Nilai Slump

Slump Test dikerjakan untuk melihat kualitas kekentalan adukan beton, yang dapat menggambarkan kemudahan pengerjaan (*workability*) beton.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Nilai Slump

No	Volume Styrofoam (%)	Nilai Slump (mm)
1	0	90
2	50	84
3	60	80
4	70	70



Gambar 3. Slump Test

Berat Volume Beton

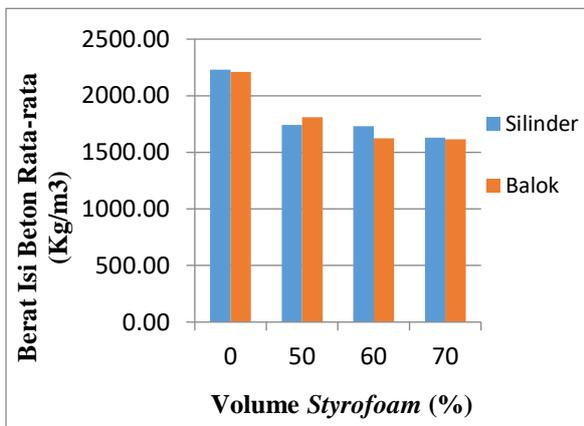
Berat volume beton merupakan perbandingan antara berat benda uji beton dengan volume benda uji beton. Berikut merupakan hasil dari perhitungan berat volume beton ringan:

Tabel 3. Berat volume rata-rata silinder

No	Volume Styrofoam (%)	Berat volume rata-rata (kg/m ³)
1	0	2230.73
2	50	1743.14
3	60	1729.73
4	70	1630.74

Tabel 4. Berat volume rata-rata balok

No	Volume Styrofoam (%)	Berat volume rata-rata (kg/m ³)
1	0	2210.60
2	50	1809.00
3	60	1624.50
4	70	1615.50



Gambar 4. Diagram Hubungan Antara Berat volume Beton Rata-rata Dengan Persentase Substitusi Styrofoam.

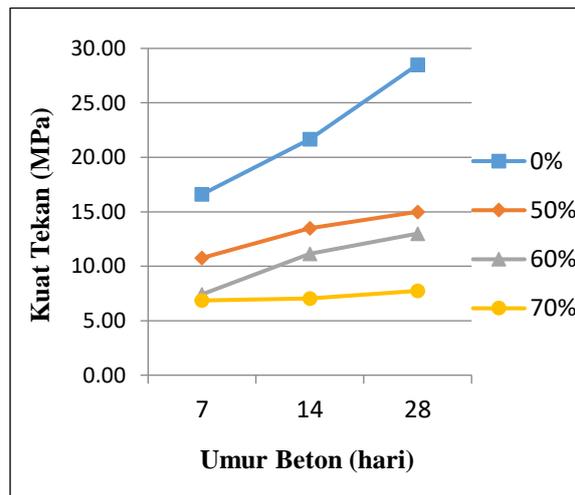
Dapat disimpulkan bahwa beton dengan Styrofoam sebagai substitusi parsial agregat kasar dengan persentasi 50%, 60% dan 70% mempunyai berat volume lebih kecil dari 1900 Kg/m³ sehingga dapat dikategorikan sebagai beton ringan.

Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada umur beton 7,14 dan 28 hari dengan jumlah 5 buah spesimen silinder untuk masing-masing umur beton.

Tabel 5. Kuat Tekan Beton rata-rata

Volume Styrofoam (%)	Umur Beton (Hari)	Kuat tekan beton rata-rata (Mpa)
0	7	16.60
	14	21.67
	28	28.51
50	7	10.76
	14	13.49
	28	15.93
60	7	7.42
	14	11.15
	28	12.25
70	7	6.86
	14	7.03
	28	7.74



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Nilai Kuat Tekan Terhadap Umur Beton

Dapat disimpulkan bahwa akibat dari bertambahnya persentasi substitusi Styrofoam terhadap agregat kasar mengakibatkan turunnya nilai kuat tekan secara signifikan. Hal ini disebabkan karena berat dari Styrofoam yang sangat ringan, sehingga Styrofoam pada beton dianggap sebagai pori-pori udara dalam beton, Tjokrodinuljo (2007).

Penurunan kuat tekan beton berturut-turut berdasarkan penambahan persentasi substitusi Styrofoam terhadap agregat kasar adalah sebesar 40.10%, 23,13% dan 36,81%.



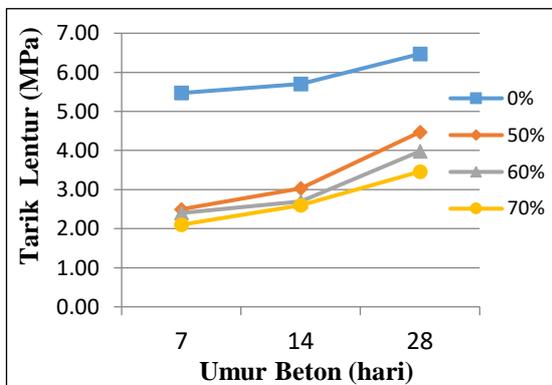
Gambar 6. Pengujian Kuat Tekan

Pemeriksaan Kuat Tarik Lentur Beton

Pengujian kuat tarik lentur beton dilaksanakan pada umur beton 7,14 dan 28 hari dengan jumlah 5 buah spesimen balok untuk masing-masing umur beton.

Tabel 6. Kuat Tekan Lentur Beton rata-rata

Volume Styrofoam (%)	Umur Beton (Hari)	Kuat tarik lentur beton rata-rata (Mpa)
0	7	5.47
	14	5.70
	28	6.47
50	7	2.49
	14	3.03
	28	4.47
60	7	2.40
	14	2.70
	28	3.98
70	7	2.10
	14	2.60
	28	3.46



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Nilai Kuat Tarik Lentur Terhadap Persentasi Subtitusi Styrofoam

Dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya persentase subtitusi volume Styrofoam terhadap agregat kasar dalam beton mengakibatkan nilai kuat tarik lenturnya semakin rendah. Adapun persentase penurunan kuat tarik lentur secara berturut-turut pada umur 2



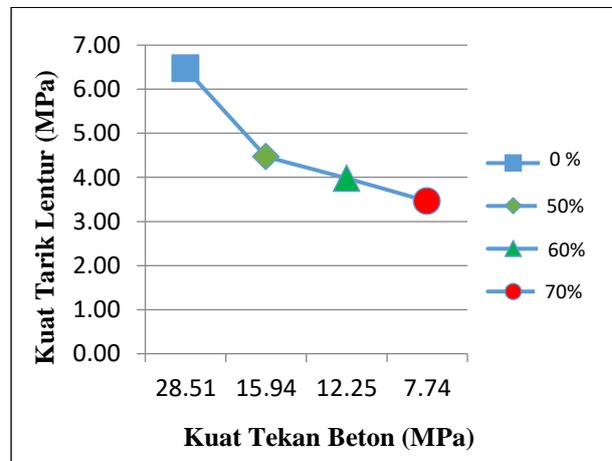
Gambar 8. Pengujian Tarik Lentur

Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Lentur

Hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik lentur pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut:

Tabel 7. Kuat Tarik Lentur Rata-rata

Persentase styrofoam %	f _c (Mpa)	f _r (Mpa)	Perbandingan	
			$\sqrt{f_c}$	$f_r/\sqrt{f_c}$
0	28.51	6.47	5.34	1.21
50	15.94	4.47	3.99	1.12
60	12.25	3.98	3.50	1.14
70	7.74	3.46	2.78	1.24



Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Nilai Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Lentur

Dapat disimpulkan bahwa seiring menurunnya nilai kuat tekan sejalan dengan nilai kuat tarik lentur. Adapun perbandingan nilai kuat tarik lentur terhadap kuat tekan beton berada pada interval $1,12(\sqrt{f_c})$ sampai $1,24(\sqrt{f_c})$

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisa data penelitian, hasil pengujian, serta grafik-grafik yang ada, maka penulis dapat menarik kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut:

1. Berat volume beton yang didapatkan setelah mensubstitusi *Styrofoam* terhadap agregat kasar secara berturut-turut adalah 1743.14 Kg/m^3 , 1729.73 Kg/m^3 , dan 1630.74 Kg/m^3 dan termasuk pada golongan beton ringan (SNI 03 - 2847 – 2002)
2. Akibat dari substitusi parsial *Styrofoam* terhadap agregat kasar pada campuran beton mengakibatkan berkurangnya nilai kuat tekan yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena sifat awal dari kerikil yang keras digantikan dengan *Styrofoam* yang lunak.

3. Pada pengujian kuat tarik lentur, pengaruh dari substitusi *Styrofoam* terhadap agregat kasar pada campuran beton menunjukkan berkurangnya nilai dari kuat tarik lentur, hal ini diakibatkan oleh permukaan *Styrofoam* yang licin sehingga mengakibatkan daya lekat semen menjadi berkurang.
4. Nilai perbandingan $f_r/\sqrt{f_c}$ yang didapatkan berada pada interval $1.12(\sqrt{f_c})$ sampai $1.24(\sqrt{f_c})$ atau dapat dituliskan menjadi:

$$1,12(\sqrt{f_c}) < f_r < 1,24(\sqrt{f_c}).$$

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat penulis sampaikan beberapa hal yang dapat menjadi saran, yaitu:

Diperlukan penelitian lebih lanjut pada beton ringan *Styrofoam* ini guna meningkatkan sifat beton yaitu kuat tekan dan tarik lentur namun tetap dengan mempertahankan nilai berat volumenya agar tetap pada jenis beton ringan, seperti dengan menggunakan silica fume sebagai bahan tambah semen.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 211.1-91. 2002. *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2847-2002)*. Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 1974:2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta.
- Billmeyer, 1984. *Textbook of Polymer Science*. Edisi Ketiga. New York: John Wiley and Sons
- Murdock, L. J., Brook, K. M., 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
- Neville dan Brooks. 1987. *Bahan Dan Praktek Beton*, penerbit Erlangga, Jakarta
- Putra, Agung Fadilla. 2015. *Karakteristik Beton Ringan dengan Bahan Pengisi Styrofoam*. Universitas Hasanuddin. Makassar. Sulawesi Selatan.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono., 2007. *Teknologi Beton*, Penerbit Nafigiri, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan