

# BETON RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH STYROFOAM

Khairul Miswar

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280 Buketrata, Lhokseumawe, Indonesia  
e\_mail : khairul@pnl.ac.id

*Abstrak — Tujuan dari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah styrofoam untuk pembuatan beton ringan yang akan dilakukan pengujian kuat tekan yang pada benda uji selinder sebanyak 24 benda uji, dengan Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan adalah 0,65. Penelitian ini menggunakan limbah styrofoam berasal dari sampah-sampah toko di kota Bireuen dengan ukuran lolos ayakan 4,75 mm dan di substitusikan dengan pasir. Adapun komposisi substitusi campuran styrofoam adalah 0%, 60%, 80% dan 100% dari volume pasir. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan komposisi 0%, 60%, 80% dan 100%, diperoleh kuat tekan karakteristik ( $\sigma'_{bk}$ ) sebesar 22.08 MPa, 10,54MPa, 7,57 Mpa dan 5,27 MPa. Bila dibandingkan antara hasil eksperimen dengan batasan referensi dari berat jenis beton ringan maka sampel beton substitusi styrofoam 60%, 80% dan 100% yang telah diuji tersebut memenuhi persyaratan sebagai beton ringan untuk struktur ringan dimana kisaran beton ringan sesuai referensi adalah 800 – 1400 kg/m<sup>3</sup>. Dari segi kekuatan tekan, beton substitusi styrofoam 60% dan 80% yang telah diuji memenuhi batasan minimal kuat tekan beton ringan untuk struktur ringan, dimana penggunaannya sebagai dinding pemikul beban. Pada referensi disyaratkan kuat tekan beton ringan untuk struktur ringan adalah 7 - 17 MPa, sedangkan hasil pengujian diperoleh 10.54 Mpa untuk substitusi styrofoam 60% dan untuk substitusi styrofoam 80% diperoleh 7.57 Mpa. Sedangkan beton substitusi styrofoam 100% diperoleh nilai kuat tekan 5.27 Mpa dimana penggunaannya pada daerah non struktur seperti dinding partisi, kanopi dan lain-lain.*

*Kata kunci : beton ringan , styrofoam, fas 0.65.*

*Abstract — The purpose of this study is the use of styrofoam waste for the manufacture of lightweight concrete which will be tested for compressive strength on a cylindrical test object as many as 24 specimens, with the Cement Water Factor (FAS) used is 0.65. This study used styrofoam waste originating from store waste in the city of Bireuen with a size of 4.75 mm sieve and substituted with sand. The composition of substitution of Styrofoam mixture is 0%, 60%, 80% and 100% of the volume of sand. Based on the results of testing the compressive strength of concrete with a composition of 0%, 60%, 80% and 100%, obtained the characteristic compressive strength ( $\sigma'_{bk}$ ) of 22.08 MPa, 10.54MPa, 7.57 Mpa and 5.27 MPa. When compared between the results of experiments with reference limits of the density of lightweight concrete, the styrofoam substitute concrete samples 60%, 80% and 100% that have been tested meet the requirements as lightweight concrete for lightweight structures where the range of lightweight concrete according to reference is 800 - 1400 kg / m<sup>3</sup>. In terms of compressive strength, styrofoam 60% and 80% substitute concrete that has been tested meet the minimum limit of lightweight concrete compressive strength for light structures, which are used as load bearing walls. In the reference required light concrete compressive strength for light structures is 7-17 MPa, while the test results obtained 10.54 Mpa for 60% styrofoam substitution and for 80% styrofoam substitution obtained 7.57 Mpa. Whereas styrofoam 100% substitution concrete obtained a compressive strength value of 5.27 Mpa where its use in non-structural areas such as partition walls, canopies and others.*

*Keywords: lightweight concrete, styrofoam, fas 0.65.*

## I. PENDAHULUAN

Beton merupakan komponen bahan bangunan yang sangat umum penggunaannya. Perkembangan teknologi dan situasi alam menuntut pembangunan gedung dilakukan dengan material yang ringan tetapi tidak berdampak pada peningkatan biaya pembangunan gedung. Menggunakan material ringan sebagai bahan konstruksi akan

mengurangi berat total bangunan, sehingga mengurangi beban yang dipikul oleh pondasi.

Berat satuan beton dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu beton mutu ringan, beton normal dan beton mutu tinggi. Pengurangan berat satuan beton dilakukan dengan membuat beton dari agregat ringan, menambahkan udara atau menambahkan

material yang mempunyai berat satuan yang kecil.

Beton ringan adalah jenis beton yang mempunyai berat satuan di bawah  $1900 \text{ kg/m}^3$  dan biasanya digunakan sebagai dinding pemisah atau dinding isolasi. Penggunaan beton ringan untuk komponen struktur harus memenuhi persyaratan kekuatan material struktur. Pertimbangan penggunaan beton ringan untuk komponen struktur adalah membuat struktur menjadi lebih ringan sehingga beban konstruksinya lebih kecil.

Untuk pembuatan beton ringan salah satu bahan alternatif yang digunakan adalah *styrofoam* sehingga disebut beton-*styrofoam*. *Styrofoam* ini ditambahkan ke dalam campuran beton, *styrofoam* dikenal sebagai gabus yang umumnya berwarna putih dan sering digunakan sebagai bungkusan barang-barang elektronik. *Styrofoam* mempunyai berat jenis berkisar antara 13- 16  $\text{kg/m}^3$ . Beton menggunakan dengan *styrofoam*, berat satuannya dapat dibuat lebih kecil dibandingkan dengan beton normal)

#### Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah pertama membuat beton ringan menggunakan *styrofoam* untuk mengurangi massa bangunan dan yang kedua pemanfaatan *styrofoam* yang menjadi limbah di Kota Bireuen karena tidak dapat terurai di alam. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan suatu penelitian pembuatan beton ringan dengan campuran semen, air agregat kasar dan substitusi agregat halus dengan *styrofoam*. Dengan harapan akan dihasilkan beton dengan berat yang ringan.

#### Batasan Masalah

1. Pengujian karakteristik beton ringan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah: kuat tekan.
2. Dalam penelitian ini menggunakan 2 (dua) jenis agregat yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) dan *styrofoam*.
3. *Styrofoam* berfungsi sebagai bahan substitusi agregat halus dengan komposisi 60%, 80% dan 100% dari volume agregat halus.

Pengujian karakteristik beton dilakukan pada umur 28 hari, dengan masing-masing

perlakuan pengujian menggunakan 6 buah benda uji selinder.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Beton Ringan

Beton tergolong suatu komposit dengan matrik yang berfungsi perekat (semen) dan bahan pengisi (filler) yang berupa agregat (batu kecil atau pasir) (Mulyono, 2005). Pada beton proses penguatan ikatan antar agregat melalui proses hidrasi semen, dalam proses reaksi hidrasi tersebut akan terbentuk Calcium silikat hidrat (CS fasa), calcium aluminat hidrat (CA fasa) dan calcium alumina silikat hidrat (CAS). Proses penguatan atau pengerasan pada beton sangat tergantung pada perbandingan (ratio berat) air terhadap semen, normalnya bervariasi dari 0,4 - 1,0 (Mulyono, 2005)

Beton dikualifikasikan menjadi dua golongan yaitu beton normal dan beton ringan. Beton normal tergolong beton yang memiliki densitas sekitar 2200 - 2400  $\text{kg/m}^3$  dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (*mix design*) (Ali, 2009). Beton ringan adalah suatu beton yang memiliki densitas < 1800  $\text{kg/m}^3$ , begitu juga kekuatannya bisa disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (*mix design*) (Mulyono, 2005)

Menurut Djauharotun (2002) berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya beton ringan berkisar antara 240 – 1900  $\text{kg/m}^3$  seperti terlihat pada tabel berikut. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Tabel 1 Pembagian penggunaan beton ringan menurut Djauharotun (2002)

Beton Ringan	Kerapatan	Kekuatan Tekan
Struktur	1400 – 1900 $\text{kg/m}^3$	> 17 MPa
Struktur Ringan	800 – 1400 $\text{kg/m}^3$	7 – 17 MPa
Non Struktur	240 – 800 $\text{kg/m}^3$	0,35 – 7 MPa

Menurut Djauharotun (2002), ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan antara lain sebagai berikut:

1. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan menambah bubuk aluminium kedalam campuran adukan beton.
2. Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat, batu apung atau agregat buatan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan dari pada beton biasa.
3. Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau pasir yang disebut beton non pasir.

Jenis dari beton ringan ada dua golongan yaitu: (a) beton ringan berpori (*aerated concrete*) dan (b) beton ringan *non aerated*. Beton ringan berpori (*aerated*) adalah beton yang dibuat sehingga strukturnya banyak terdapat pori-pori, beton semacam ini diproduksi dengan bahan baku dari campuran semen, pasir, gypsum, CaCO<sub>3</sub> dan katalis Aluminium (Ali, 2009).

Dengan adanya katalis Aluminium selama terjadi reaksi hidrasi semen akan menimbulkan panas (reaksi eksotermal) sehingga timbul gelembung-gelembung gas H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>. Dari reaksi tersebut, akhirnya gelembung tersebut akan menimbulkan jejak pori dalam badan beton yang sudah mengeras. Semakin banyak gas yang dihasilkan akan semakin banyak pori-pori terbentuk, dan beton akan semakin ringan. Berbeda dengan beton *non aerated*, pada beton ini agar menjadi ringan dalam pembuatannya ditambahkan agregat ringan (Ali, 2009).

Beton ringan (Lightweight Concrete) adalah beton yang memiliki berat jenis (density) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (fly ash, batu apung, dll), campuran antara semen, silika, pozzolan, dll atau semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara (Mulyono, 2005).

Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Karena itu

keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi (Syaram, Z.2009).

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain: memiliki nilai tahanan panas (*thermal insulator*) yang baik, memiliki tahanan suara (*peredam*) yang baik, tahan api (*fire resistant*). Sedangkan kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya (*compressive strength*) lebih kecil dibanding dengan beton normal sehingga tidak dianjurkan penggunaannya untuk struktural (Syaram, Z.2009).

### Styrofoam

Selain ringan *styrofoam* juga memiliki kemampuan menyerap air yang sangat kecil (kedap air). Penggunaan *styrofoam* dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Namun keuntungan menggunakan *styrofoam* dibandingkan menggunakan rongga udara dalam beton berongga adalah *styrofoam* mempunyai kekuatan tarik. Dengan demikian, selain akan membuat beton menjadi ringan dapat juga bekerja sebagai serat yang rapat meningkatkan kemampuan kekuatan dan khususnya daktilitas beton. Kerapatan atau berat satuan beton dengan campuran *styrofoam* dapat diatur dengan mengontrol jumlah *styrofoam* yang digunakan dalam beton untuk memperoleh beton dengan berat satuan yang lebih kecil. Namun kuat tekan beton yang diperoleh tentunya akan lebih rendah (Sudipta, 2009).

### Agregat

Agregat dalam campuran beton sangat tinggi, agregat juga merupakan bahan utama pembentuk beton disamping pasta semen. Kadar agregat dalam campuran berkisar antara 60-70% dari berat campuran beton. Oleh karena itu kualitas agregat berpengaruh terhadap kualitas beton (Mulyono, 2005).

Agregat menempati sekitar 75% dari volume totalbeton atau mortal, karena agregat lebih murah dari pada semen, sehingga penggunaan agregat tidak hanya memperkecil penggunaan semen atau memberikan sifat ekonomi akan tetapi yang lebih penting adalah memberikan kontribusi terhadap stabilitas dan keawetan dari mortal atau beton (Mulyono, 2005).

Menurut Mulyono, (2005) terdapat dua klasifikasi agregat, yaitu :

1. Agregat kasar (*coarse aggregate*) : agregat yang sebagian besar butirannya tertahan diayakan 4,75 mm (ASTM C-133, 1982);
2. Agregat halus (*fine aggregate*); agregat yang butirannya tertahan ayakan 0,075 µm (ASTM C-133, 1982)

#### Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan penting dalam reaksi kimia, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%- 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40 % dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60%- 75% (Mulyono, 2005).

Semen Portland dibuat dari semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silika-silika kalsium yang bersifat hidrolis ditambah dengan bahan yang mengatur waktu ikat (umumnya gips). Klinker semen Portland dibuat dari batu kapur (CaCo<sub>3</sub>), tanah liat dan bahan dasar berkadar besi. Persenyawaan semen dan air akan saling bereaksi dalam proses hidrasi semen. Proses reaksi ini berjalan sangat cepat, ketika semen dan air ini bereaksi akan timbul panas, panas ini dinamakan panas hidrasi. Jumlah panas yang dibentuk antara lain tergantung dari jenis semen yang dipakai dan kehalusan penggilingnya (Mulyono, 2005).

#### Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton, sehingga yang diperlukan adalah perbandingan jumlah air dengan jumlah semen yang digunakan dalam campuran beton atau disebut Faktor Air Semen (FAS). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya sehingga dapat mempengaruhi kekuatan beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas

beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Beton untuk konstruksi gedung memiliki nilai rasio air-semen sebesar 0,30 hingga 0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerja. Pemadatan yang kurang baik, misalnya tanpa menggunakan vibrator, cenderung akan menimbulkan sarang kerikil (*honeycomb*) yang mengakibatkan beton menjadi keropos. Demikian pula, bila adukan beton mempunyai daya kerja rendah. Untuk memperbaiki hal ini umumnya diperlukan bahan aditif, sehingga daya kerja beton menjadi lebih baik tanpa mempengaruhi kekuatan atau rasioair-semen. Daya kerja beton diukur dari nilai slump. Nilai slump beton untuk bangunan berkisar 75 mm hingga 150 mm (Mulyono, 2005).

### III. METODE PENELITIAN

Persiapan yang dilakukan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu studi literatur, persiapan bahan, pengujian bahan, penyusunan rancangan campuran, pembuatan dan pemeriksaan benda uji serta pembahasan dan analisa hasil pengujian. Pada persiapan bahan termasuk *styrofoam*. Setelah selesai pencampuran/pengadukan mortar menggunakan komposisi bahan berdasarkan mix design adukan beton segar dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk Silinder 30x15 cm dalam 3 lapis dan tiap lapis dipadatkan 25x. Pada tahapan ini juga dilakukan pengujian berat isi beton ringan sesuai dengan SNI. Benda uji didiamkan selama ±24 jam setelah itu cetakan dibuka dan benda uji dirawat dengan cara direndam sesuai dengan SNI.

Bahan-bahan yang digunakan dalam Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Agregat
2. Semen portland
3. Air dari laboratorium
4. Agregat buatan / *styrofoam*

Pemeriksaan Bahan Campuran Beton

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengevaluasi bahan-bahan campuran beton. Pemeriksaan ini berdasarkan metode ACI dan beberapa referensi lainnya.

Adapun materi penelitian yang dilakukan meliputi :

1. Pengujian sifat-sifat fisis agregat halus dan kasar yang meliputi :
  - a. Pengujian kandungan air agregat (*moisture content*);
  - b. Berat jenis dan penyerapan air agregat;
  - c. Berat volume agregat (*bulk density*);
  - d. Analisa Saringan (*sieve analysis*);
  - e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat;
2. Pengujian penentuan beton
  - a. Perencanaan campuran beton (*mix design*);
  - b. Pengujian slump beton segar (*slump test*);
  - c. Pengujian bobot isi;
  - d. Perendaman (*curing*);
  - e. Pengujian kuat tekan;

Perencanaan Komposisi Campuran

Untuk agregat campuran didapat berdasarkan hasil perkalian koefesien perbandingn volume agregat kasar dan agregat halus yang dipakai dalam proporsi beton. Beton yang direncanakan dengan menentukan Faktor Air Semen (FAS) sebesar 0,6. Untuk analisa saringan agregat kasar dan agregat halus yang tertahan mempunyai batasan-batasan tertentu. Perhitungan campuran beton berdasarkan metode modifikasi American Concrete Institut (ACI).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Benda Uji

Proporsi campuran menggunakan faktor air semen sebesar 0,60. Penambahan *styrofoam* dilakukan dengan variasi persentase 0%, 60%, 80% dan 100% terhadap volume campuran. Masing-masing perlakuan dibuat benda uji sebanyak 4 buah seperti pada tabel berikut

Tabel 2 Jumlah Benda Uji Untuk Beton Ringan dengan FAS 0.6

Bentuk Benda Uji	Jenis Pengujian	FAS	Penambahan <i>styrofoam</i>				Jumlah Total Benda Uji
			0%	60%	80%	100%	
			Jumlah Benda Uji				
Silinder Ø 15x30 cm	Kuat Tekan	0.65	6	6	6	6	24

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut: alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu,

kemudian bahan-bahan yang akan digunakan dipersiapkan sesuai dengan ketentuan dan ditimbang sesuai dengan proporsi yang sudah direncanakan. Selanjutnya disiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan dan pencampuran siap dimulai. Mula-mula dituangkan batu pecah, pasir, semen, dan sekam padi. Apabila keempat bahan tersebut sudah tercampur merata kemudian dilanjutkan dengan penambahan air. Setelah tercampur merata, adukan beton dituangkan ke dalam talam dan dilakukan pengukuran nilai slump

Pada proses pengecoran untuk pembuatan benda uji selinder 30 x 15 cm dilakukan dalam 3 lapis dan tiap lapis dipadatkan 25 x. Benda uji didiamkan selama ±24 jam setelah itu cetakan dibuka dan benda uji dirawat dengan cara disiram dengan ditutupi goni basah.

Pengujian Kekuatan

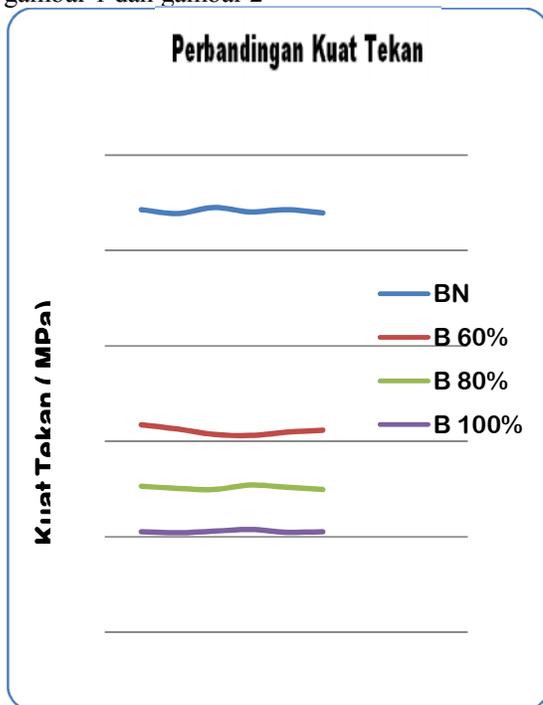
Pengujian kuat tekan dilaksanakan pada umur 28 hari. Pengujian ini dilakukan bersamaan. Setelah pembuatan benda uji kemudian dilakukan *caping* dan pengujian kekuatan tekan. Alat yang digunakan mesin tekan beton dengan benda uji Silinder. Hasil pengujian kuat tekan betonyang dilakukan pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

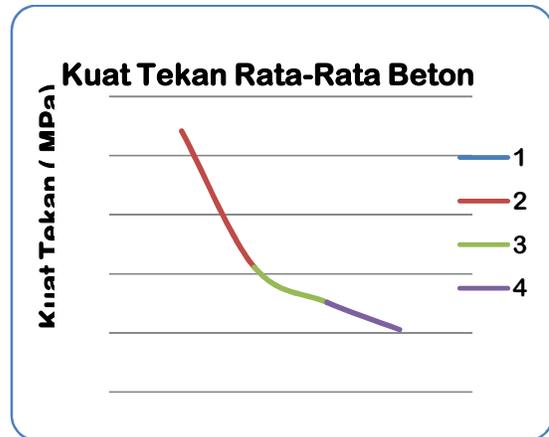
No	Kode Sampel	Berat Benda Uji	Beban Kuat Tekan	Luas bidang tekan	Kuat tekan f'c	f'c Rata-rata	Berat Jenis Beto	Berat Jenis Rata
		(Kg)	(N)	(mm <sup>2</sup> )	(Mpa)	(Mpa)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
1	B N	11.9	391000	17662.5	22.137	22.08	2245.28	2279.87
2	B N	12.1	387500	17662.5	21.939		2283.02	
3	B N	12	393000	17662.5	22.251		2264.15	
4	B N	12.2	389000	17662.5	22.024		2301.89	
5	B N	12	391000	17662.5	22.137		2264.15	
6	B N	12.3	388000	17662.5	21.967		2320.75	
7	B 60%	6.8	192000	17662.5	10.870	10.54	1283.02	1295.59
8	B 60%	6.6	188000	17662.5	10.644		1245.28	
9	B 60%	6.8	183000	17662.5	10.361		1283.02	
10	B 60%	7.1	182000	17662.5	10.304		1339.62	
11	B 60%	6.9	185000	17662.5	10.474		1301.89	

No	Kode Sampel	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Kuat Tekan (N)	Luas bidang tekan (mm <sup>2</sup> )	Kuat tekan f <sub>c</sub> (Mpa)	f <sub>c</sub> Rata-rata (Mpa)	Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Berat jenis Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	
12	B 60%	7	187000	17662.5	10.587		1320.75		
13	B 80%	5.9	135000	17662.5	7.643	7.57	1113.21	1100.62	
14	B 80%	5.7	133000	17662.5	7.530		1075.47		
15	B 80%	5.8	132000	17662.5	7.473		1094.34		
16	B 80%	5.9	136000	17662.5	7.700		1113.21		
17	B 80%	6	134000	17662.5	7.587		1132.08		
18	B 80%	5.7	91200	17662.5	5.163		1075.47		
19	B 100%	4.4	93000	17662.5	5.265		830.19		864.77
20	B 100%	4.7	92000	17662.5	5.209		886.79		
21	B 100%	4.5	93500	17662.5	5.294	849.06			
22	B 100%	4.7	95000	17662.5	5.379	886.79			
23	B 100%	4.6	92500	17662.5	5.237	867.92			
24	B 100%	4.6	93000	17662.5	5.265	867.92			

Hasil kuat tekan beton normal terhadap beton substitusi *styrofoam* dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2



Gambar 1. Perbandingan Kuat Tekan Beton



Gambar 2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Rata-rata

Dari hasil pengukuran kuat tekan seperti ditunjukkan pada gambar 1 dan 2 memperlihatkan bahwa semakin banyak komposisi *styrofoam* cenderung menurunkan kuat tekan pada beton, sebaliknya semakin sedikit campuran substitusi *styrofoam* beton cenderung meningkat kuat tekannya. Penyebabnya dikarenakan pada beton yang mengandung *styrofoam* terdapat rongga-rongga kosong yang biasanya diisi oleh pasir. Rongga-rongga yang terjadi mirip sarang lebah. Semakin banyak rongga, semakin turun kekuatannya. Namun rongga-rongga itulah yang menjadikan beton substitusi *styrofoam* menjadi lebih ringan dibandingkan dengan beton normal.

Rongga-rongga disebabkan adanya pemanasan selama terjadi reaksi hidrasi semen yang akan menimbulkan panas sehingga timbul gelembung-gelembung udara. Dari reaksi tersebut menimbulkan rongga dalam beton yang sudah mengeras. Semakin banyak panas yang dihasilkan akan semakin banyak rongga terbentuk, dan beton akan semakin ringan.

Kekuatan beton akan bertambah jika kandungan rongga dalam beton semakin kecil. Terjadi hubungan langsung antara kekuatan dengan kandungan rongga dalam agregat. Semakin tinggi angka rongga dalam agregat berarti semakin tinggi angka rongga dalam beton yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan beton

Dalam struktur beton biasanya agregat menempati kurang lebih 70 sampai 75 % dari volume massa yang telah mengeras. Sisanya terdiri dari adukan semen yang telah mengeras, air yang belum bereaksi (yaitu, air yang tidak ikut dalam proses hidrasi dari semen) dan

rongga-rongga udara. Air yang belum bereaksi dan rongga-rongga udara kenyataannya tidak memberikan sumbangan kekuatan terhadap beton. Pada umumnya, semakin padat agregat-agregat tersebut tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkannya.

Bila dibandingkan antara hasil eksperimen dengan batasan referensi dari berat jenis beton ringan maka sampel beton substitusi styrofoam 60%, 80% dan 100% yang telah diuji tersebut memenuhi persyaratan sebagai beton ringan untuk struktur ringan dimana kisaran beton ringan sesuai referensi adalah 800 – 1400 kg/m<sup>3</sup>.

Dari segi kekuatan tekan, beton substitusi styrofoam 60% dan 80% yang telah diuji memenuhi batasan minimal kuat tekan beton ringan untuk struktur ringan, dimana penggunaannya sebagai dinding pemikul beban. Pada referensi disyaratkan kuat tekan beton ringan untuk struktur ringan adalah 7 - 17 MPa, sedangkan hasil pengujian diperoleh 10.54 Mpa untuk substitusi styrofoam 60% dan untuk substitusi styrofoam 80% diperoleh 7.57 Mpa. Sedangkan beton substitusi styrofoam 100% diperoleh nilai kuat tekan 5.27 Mpa dimana penggunaannya pada daerah non struktur seperti dinding partisi, kanopi dan lain-lain.

## V. KESIMPULAN

### Kesimpulan

1. *Styrofoam* dapat dijadikan sebagai pengganti atau substitusi agregat untuk beton ringan namun dengan persentase tertentu .
2. Dari hasil pengujian kuat tekan seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2 memperlihatkan bahwa semakin banyak komposisi *styrofoam* cenderung menurunkan kuat tekan pada beton,
3. Dari segi kekuatan tekan, beton substitusi styrofoam 60%, 80% dan 100% yang telah diuji memenuhi batasan minimal kuat tekan beton ringan untuk struktur ringan dan non struktur.
4. Kekuatan tekan yang dihasilkan adalah 10.54 Mpa dengan substitusi styrofoam 60%. Sehingga beton ringan ini belum dapat dikategorikan sebagai beton ringan untuk struktural, akan

tetapi dapat dikategorikan sebagai beton ringan untuk struktur ringan.

5. Hasil pengujian dari berat jenis beton ringan maka beton substitusi styrofoam 60%, 80% dan 100% yang telah diuji tersebut memenuhi persyaratan sebagai beton ringan.

### Saran

Pencampuran saat pengadukan beton ringan harus dilakukan dengan hati-hati dan bertahap (sedikit demi sedikit). Langkah-langkah dalam pengadukan harus diperhatikan dengan baik, karena pembuatan beton ringan lebih sulit dibandingkan dengan beton normal.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kuat tekan yang sesuai untuk beton struktural sesuai dengan perencanaan (*mix design*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Jauharah Cut, (2009). *Pembuatan Panel Beton Ringan Berbasis Perlit Dan Efek Komposisi Terhadap Karakteristiknya*, Tesis Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan
- Djauharotun, (2002), *Pengaruh Pemanfaatan Debu Batu Dari Unit Pemecahan Batu Pucanggading Sebagai Pengganti Pasir Pada Pembuatan Batu Cetak*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta (UNY), Yogyakarta.
- Mulyono, Tri. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta.
- Sudipta, I Gusti Ketut. (2009), *Permeabilitas Beton Dengan Penambahan Styrofoam*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 13, No. 2
- Syaram, Z. (2009), *Memanfaatkan Sekam Padi untuk Pembuatan Panel Dinding*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara