



PENGARUH PENAMBAHAN STYROFOAM DENGAN PELARUT TOLUENA TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON RINGAN

Nenni simamora dan M.H. Harahap *

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Diterima Oktober 2014; Disetujui November 2014; Dipublikasikan Desember 2014

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan styrofoam dengan pelarut toluena terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium teknik sipil USU mulai dari bulan Januari sampai dengan Februari. Metode pembuatan yang dilakukan adalah beton dibuat berbentuk silinder 15 x 30 cm. Campuran beton yang digunakan mengacu pada beton mutu rendah K175 dengan semen : pasir : kerikil adalah 1 : 2 : 3 dengan FAS 0,5. Pada penelitian ini dibuat variasi komposisi styrofoam sebesar 0%, 12%, 14%, 16%, 18% dan 20% dengan pelarut toluena dari berat kerikil yang digunakan. Setelah beton berumur 24 jam cetakan dibuka dan diberi nomor kode sesuai yang diinginkan dan dirawat dalam bak air. Setelah melalui masa perendaman 28 hari kemudian beton diuji dengan metode uji kuat tekan, dan modulus elastisitas. Dari hasil pengujian diperoleh sifat mekanik yaitu kuat tekan beton minimumnya yaitu pada penambahan styrofoam 20% dengan pelarut Toluena yaitu 16,6 MPa, sedangkan kuat tekan beton maksimum pada penambahan styrofoam 12% dengan pelarut Toluena yaitu 23,1 MPa. Dari hasil pengujian modulus elastisitas diperoleh yaitu peningkatan maksimum terjadi pada beton dengan penambahan styrofoam 20 % yaitu sebesar 4672 MPa, atau meningkat sebesar 21,2309 % dari beton dengan styrofoam 0%. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kuat tekannya maka modulus elastisitasnya juga semakin besar.

Kata Kunci: *Styrofoam, Kuat Tekan, Modulus Elastisitas.*

How to Cite: Nenni simamora dan M.H. Harahap, (2015) Pengaruh Penambahan Styrofoam Dengan Pelarut Toluena Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Ringan, *Jurnal Einsten Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 1 (5): 15-22.

*Corresponding author:
E-mail : nenisimamora93@yahoo.com

p-ISSN : 12338 - 1981

PENDAHULUAN

Pemakaian beton dalam bidang konstruksi dewasa ini memang sering kali dijumpai. Beton diminati karena mempunyai banyak kelebihan dibandingkan bahan yang lain. Berat jenis beton merupakan salah satu unsur yang diperhitungkan karena sangat berpengaruh terhadap perhitungan pembebanan struktur. Beton yang mempunyai berat jenis rendah sering disebut dengan beton ringan. Beton ringan pada dasarnya memiliki campuran sama dengan beton normal pada umumnya namun agregat kasar yang menempati 60% dari seluruh komponen, direduksi berat jenisnya. Pembuatan beton ringan juga dapat dilakukan dengan pencampuran additive yang menghasilkan rongga udara setelah bercampur dengan semen atau menghilangkan agregat halus dalam beton sehingga membentuk rongga di dalam beton (Murdock and Brook, 1991). Berdasarkan SNI-03-2847-2002 massa jenis beton normal berkisar antara 2200-2500 kg/m³ sedangkan beton ringan tidak lebih 1900 kg/m³. Keuntungan dari beton ringan antara lain : memiliki nilai tahanan panas yang baik, memiliki tahanan suara (peredaman) yang baik, tahan api transportasi mudah dan dapat mengurangi kebutuhan bekisting dan perancah sedangkan kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekan beton, sehingga sangat tidak dianjurkan penggunaan untuk beton dengan tujuan struktural.

Salah satu material alternatif untuk mengurangi berat beton dengan menggunakan expanded polystyrene atau biasa disebut styrofoam. Butiran expanded polystyrene (EPS) memiliki massa jenis 16-27 kg/m³ dimana saat dicampur dengan beton akan menghasilkan massa jenis beton antara 1700-2000 kg/m³ (Zaher Kuhail, 2001). *Polystyrene* memiliki massa jenis sampai 1050 kg/m³, kuat tarik sampai 40 MN/m², modulus lentur sampai 3 GN/m², modulus geser sampai 0,99 GN/m², angka poisson 0,33 (Crawford, 1998). 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.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Denria Sitindaon (2014) dengan judul "Pengaruh Penambahan Styrofoam Pada Pembuatan Beton Ringan Menggunakan Pasir Merah Labuhan Batu Selatan". Penambahan styrofoam ke dalam campuran beton tidak berarti membuat styrofoam menjadi berikatan dengan semen karena styrofoam itu sendiri bersifat nonpolar. Jadi styrofoam hanya terperangkap di dalam campuran beton yang akhirnya menghasilkan ruang di dalam beton yang membuat beton menjadi lebih ringan. Sehingga peneliti ingin melakukan penelitian tentang beton ringan dengan penambahan styrofoam yang telah dilarutkan dengan bahan pelarut toluena terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas, penambahan tersebut berfungsi membuat styrofoam menjadi berikatan dengan semen.

Toluena adalah hidrokarbon aromatik yang banyak digunakan sebagai bahan baku industri dan sebagai pelarut. Penggunaan industri terbesar toluena adalah dalam produksi benzena, bahan kimia yang digunakan untuk membuat plastik dan serat sintesis. Toluena juga digunakan untuk meningkatkan oktan bensin. Ada tiga jenis berdasarkan kemurnian toluena yang tersedia di pasar: TDI (diisosiyanat toluena) grade kemurnian lebih dari 99%; nitro grade (98,5-100%), disebut demikian karena banyak digunakan untuk membuat nitrotoluena, tapi sekarang digunakan sebagai pelarut dan HAD (hidrodealkilasi)/TDP (toluena disproporsionasi) tanaman; dan kelas komersial (96%) untuk campuran bensin dan bahan baku HAD.

Untuk mengetahui sifat-sifat dan kemampuan suatu material maka dalam penelitian ini dilakukan pengujian, yaitu pengujian kuat tekan dan modulus

elastisitas. Besarnya tekanan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air-semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi di dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dalam Suseno,dkk, 2008). Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan beton menahan beban yang besar dengan kondisi regangan yang terjadi kecil. Pengujian ini menggunakan mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*) dan alat ukur regangan dial (*extensometer*).

METODE PENELITIAN

Pembuatan Benda Uji

Pada proses penelitian pembuatan sampel dilakukan di Laboratorium teknik sipil USU pada bulan Januari – Februari 2015. Benda uji yang digunakan dalam penelitian kuat tekan dan modulus elastisitas adalah benda uji silinder (15 x 30) cm. Proporsi campuran beton yang digunakan mengacu pada beton mutu rendah K175 dengan semen : pasir : kerikil adalah 1 : 2 : 3 dengan FAS 0,5. Pada penelitian ini dibuat variasi komposisi styrofoam sebesar 0%, 12%, 14%, 16%, 18% dan 20% dengan pelarut toluena dari berat kerikil yang digunakan.

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 siapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan dan pencampuran siap dimulai. Mula-mula tuangkan batu pecah, pasir, semen, dan styrofoam yang telah dilarutkan dengan pelarut toluena. Apabila bahan tersebut

sudah tercampur merata kemudian dilanjutkan dengan penambahan air. Setelah tercampur merata, adukan beton dituangkan kedalam talam, setelah beton berumur 24 jam cetakan dibuka dan dirawat dalam bak air. Setelah melalui masa perendaman 28 hari kemudian beton diuji dengan metode uji kuat tekan, dan modulus elastisitas.

Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas

Untuk mengetahui besarnya tekanan dari beton, alat yang digunakan untuk menguji besarnya tekanan adalah *Compression Testing Machine (CTM)*. Prosedur pengujian tekanan : meletakkan benda uji pada meja penekanan, memeriksa manometer yang akan digunakan, memutar jarum merahnya sehingga berimpit dengan jarum hitam pada skala nol, menghidupkan mesin penggeraknya dan handle di stel pada posisi penekanan secara perlahan-lahan, mengamati pergerakan jarum manometer tadi, pada saat jarum penunjuk skala beban tidak naik lagi atau bertambah, maka skala yang ditunjukkan oleh jarum tersebut sebagai beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda tersebut.

Untuk pengujian modulus elastisitas ini menggunakan mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*) dan alat ukur regangan dial (*extensometer*). Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut: menimbang berat, tinggi dan diameter benda uji, memasang alat *Compressormeter* pada posisi nol kemudian meletakkan benda uji pada mesin uji kuat tekan, pengujian dilakukan dengan beban pada kecepatan yang konstan dan beban bertambah secara kontinyu setiap 50 kN, untuk pengambilan data, dengan cara mencatat besar perubahan panjang untuk setiap penambahan tekanan sebesar 50 kN yang dapat dibaca dari alat *compressormeter* dan *extensometer*. Menghitung regangan (ϵ) yang terjadi, perhitungan modulus elastisitas beton yang digunakan adalah modulus chord.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekanan Beton

Pengujian tekanan beton dilakukan untuk melihat apakah beton memiliki kekuatan yang memenuhi persyaratan yang direncanakan. Tekanan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur saat dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin penekan. Pengujian tekanan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari sejak pengecoran. Besarnya tekanan beton dipengaruhi oleh komposisi bahan pembentuknya, dan lekatan pasta semen dengan agregat. Bentuk sampel uji pada penelitian ini adalah berbentuk silinder dengan ukuran 15cm 30cm.

Tekanan beton adalah salah satu sifat dari beton yang paling umum diuji, apabila tekanannya baik maka sifat beton lainnya pada umumnya akan mengikuti baik. Hasil pengujian tekanan beton untuk setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 1. Tekanan Beton

Benda Uji	Kode Benda Uji	Tekanan (MPa)
Tanpa Styrofoam	A	23,3
Styrofoam 12 % dengan pelarut Toluena	B	23,1
Styrofoam 14 % dengan pelarut Toluena	C	21,8
Styrofoam 16% dengan pelarut Toluena	D	20,7
Styrofoam 18 % dengan pelarut Toluena	E	19,9
Styrofoam 20 % dengan pelarut Toluena	F	16,6

Selanjutnya data pada Tabel 1. dilakukan analisis regresi sehingga diperoleh hasil yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Gambar 1. Grafik Hubungan Penambahan Styrofoam Dengan Pelarut Toluena Terhadap Besarnya Tekanan Beton

Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan berturut-turut untuk penambahan styrofoam 12%, 14%, 16%, 18% , 20% dengan pelarut Toluena adalah 23,1 MPa, 21,8 MPa, 20,7 MPa, 19,9 MPa dan 16,6 MPa. Dari data tersebut diperoleh tekanan maksimum pada penambahan styrofoam 12% dengan pelarut Toluena yaitu 23,1 MPa dan tekanan minimumnya yaitu pada penambahan styrofoam 20% dengan pelarut Toluena yaitu 16,6 MPa.

Dari penelitian sebelumnya (Sitindaon,2014) terbentuknya rongga di dalam beton styrofoam ialah karena secara proses, penambahan styrofoam ke dalam campuran beton tidak berarti membuat styrofoam menjadi berikatan dengan semen karena styrofoam itu sendiri bersifat nonpolar. Jadi styrofoam hanya terperangkap di dalam campuran beton yang akhirnya menghasilkan ruang di dalam beton yang membuat beton menjadi lebih ringan.

Namun walaupun pada dasarnya styrofoam tidak berikatan dengan semen, bukan tidak mungkin untuk membuat styrofoam berikatan dengan material pembentuk beton. Sehingga peneliti menggunakan salah satu caranya yaitu dengan menambahkan bahan pelarut toluena dengan styrofoam.

Bahan pelarut toluena tergolong surfaktan sebagai pengontrol jumlah udara di dalam beton. Butiran Styrofoam yang bersifat hidrofobik, sedangkan surfaktan (toluena) adalah wetting agents (pelarut) yang dapat menurunkan tegangan permukaan dari suatu liquid, memudahkan penyebaran, dan menurunkan tegangan antarmuka. Oleh karena itu sifat surfaktan toluena yang bersifat liphophylic bergumpal menjadi satu dengan butiran styrofoam dan yang bersifat hidrophylic bersatu dengan campuran pasta beton. Hal ini menyebabkan pemurunan tegangan antarmuka sehingga persebaran styrofoam pada pasta campuran lebih tersebar merata.

Hal tersebut menyebabkan bahwa toluena dapat menyatu dengan styrofoam karena bersifat liphophylic dan tidak

memisahkan diri dengan air karena tidak bermuatan. Oleh karena itu penyebaran styrofoam pada pasta beton lebih merata.

Dari gambar 4.2. diperoleh tekanan pada beton tanpa styrofoam yaitu 23,3 MPa dan tekanan maksimum dengan penambahan pelarut toluena pada styrofoam yaitu styrofoam 12% sebesar 23,1 MPa disebabkan karena styrofoam dengan pelarut toluena (Styrofoam bersurfaktan) juga berpengaruh terhadap kuat tekan, penambahan surfaktan pelarut toluena yang melapisi styrofoam juga memberikan pengaruh terhadap penambahan kuat tekan beton. Kuat tekan yang bertambah terjadi oleh karena pengaruh dari surfaktan yang mengikat styrofoam, sehingga butiran styrofoam menjadi lebih keras. Semakin bertambahnya kuat tekan beton maka semakin bertambah juga berat jenisnya.

Tekanan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan yang terjadi pada beton tersebut.

Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas merupakan suatu ukuran nilai yang menunjukkan kekakuan dan ketahanan beton untuk menahan deformasi (perubahan bentuk). Hal ini membantu untuk menganalisa perkembangan tegangan regangan pada elemen struktur yang sederhana dan untuk menemukan analisa tegangan regangan. Modulus elastisitas ditentukan dari hubungan antara tegangan-regangan beton pada daerah elastis. Dari hasil pengujian tegangan regangan diolah dengan menggunakan Microsoft Excel sehingga akan diperoleh hubungan tegangan-regangan pada setiap benda uji. Hasil pengolahan data menggunakan analisis regresi dengan menggunakan program

Microsoft Excel didapat grafik tegangan-regangan dan persamaan regresi. Sebagai contoh Gambar 4.1. untuk penambahan styrofoam 12% dengan pelarut Toluena (sampel B).

Gambar 2.. Grafik Hubungan Tegangan-Regangan Styrofoam 12% Dengan Pelarut Toluena (Sampel B)

Hasil keseluruhan sampel untuk persamaan regresi fungsi tegangan-regangan seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Persamaan Regresi Fungsi Tegangan-Regangan Beton

No	Kode Benda Uji	Regresi
	A	$Y = 3853,8x - 0,7834$
		$Y = 3818,3x - 0,0978$
		$Y = 3731,6x - 0,6517$
	D	$Y = 3627,6x + 1,3262$
		$Y = 3914,9x + 1,1956$
		$Y = 4672x + 0,4764$

Selanjutnya dari persamaan regresi linier seperti terlihat pada Tabel 2. dapat dihitung nilai modulus elastisitas. Hasil perhitungan modulus elastisitas beton selanjutnya disajikan dalam Tabel 3. berikut :

Tabel 3. Data Hasil Analisis Perhitungan Modulus Elastisitas Beton

No	Kode Benda Uji	Ec (MPa)
	A	3853,8
		3818,3
		3731,6
	D	3627,6
		3914,9
		4672

Dari Tabel 3. dapat digambar hubungan modulus elastisitas dengan penambahan % styrofoam, disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3. Grafik hubungan penambahan styrofoam dengan pelarut toluena terhadap besarnya modulus elastisitas beton

Dari Gambar 3. dapat diketahui pengaruh penambahan styrofoam dengan pelarut toluena pada beton ringan terhadap modulus elastisitas. Nilai modulus elastisitas meningkat seiring dengan penambahan styrofoam dengan pelarut toluena. Peningkatan maksimum terjadi pada beton dengan kadar styrofoam 20%. Nilai modulus elastisitas beton pada berbagai variasi kadar styrofoam adalah:

0 %	= 3853,8 MPa
12 %	= 3818,3 MPa
14 %	= 3731,6 MPa
16 %	= 3627,6 MPa
18 %	= 3914,9 MPa
20 %	= 4672 MPa

Nilai modulus elastisitas meningkat seiring dengan penambahan styrofoam dengan pelarut toluena. Peningkatan maksimum terjadi pada beton dengan penambahan styrofoam 20 % yaitu sebesar 4672 MPa atau meningkat sebesar 21,2309 % dari beton dengan styrofoam 0%.

Modulus elastisitas beton tergantung dari beberapa faktor, diantaranya adalah kuat tekan beton. Makin tinggi kuat tekannya maka modulus elastisitasnya juga makin besar, dimana perubahan panjang yang terjadi akibat pembebanan tekan akan semakin kecil. Penambahan styrofoam secara umum akan meningkatkan kuat tekan beton. Dengan demikian maka modulus elastisitasnya juga akan meningkat.

KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai pengaruh penambahan styrofoam dengan pelarut toluena terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton ringan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan sifat mekanik yang diperoleh dari pengujian beton, dapat disimpulkan bahwa bahan pelarut toluena tergolong surfaktan sebagai pengontrol jumlah udara di dalam beton. Butiran styrofoam yang bersifat hidrofobik, sedangkan surfaktan (toluena) adalah wetting agents (pelarut) yang menyebabkan pemurunan tegangan antarmuka sehingga persebaran styrofoam pada pasta campuran lebih tersebar merata dan dapat memperbaiki sifat daya ikat pada beton.
2. Dari keseluruhan sampel komposisi terbaik diperoleh pada penambahan styrofoam 12% dengan pelarut toluena dengan tekanan 23,1 MPa disebabkan karena styrofoam dengan pelarut toluena (styrofoam bersurfaktan) juga berpengaruh terhadap kuat tekan, penambahan surfaktan pelarut toluena yang melapisi styrofoam juga memberikan pengaruh terhadap penambahan kuat tekan beton. Kuat tekan yang bertambah terjadi oleh karena pengaruh dari surfaktan yang mengikat styrofoam, sehingga butiran styrofoam menjadi lebih keras. Semakin bertambahnya kuat tekan beton maka semakin bertambah juga berat jenisnya.

3. Nilai modulus elastisitas meningkat seiring dengan penambahan styrofoam dengan pelarut toluena. Peningkatan maksimum terjadi pada beton dengan penambahan styrofoam 20 % yaitu sebesar 4672 MPa atau meningkat sebesar 21,2309 % dari beton dengan styrofoam 0%.

4. Modulus elastisitas yang tinggi menunjukkan kemampuan beton untuk menahan suatu beban yang besar dengan kondisi regangan yang kecil. Semakin tinggi nilai dari kuat tekan beton itu maka akan semakin tinggi pula nilai Modulus Elastisitasnya.

Batu Selatan, Skripsi, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan.

Suseno,H,Wahyuni,E. dan Hariono, B., (2008), *Pengaruh Variasi Proporsi Campuran dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Slump, Berat Isi dan Kuat Tekan Beton Ringan Struktural Beragregat Batuan Andesit Piroksin*, *Jurnal Rekayasa Sipil* Vol. 2 No.3.

Kuhail, Z., (2001), *Polysytyrene Lightweight Concrete*, Gaza, Palestina.

SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan mengacu pada hasil penelitian yang diperoleh, maka ada beberapa saran yang dikemukakan oleh penulis diantaranya

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut bagaimana pengaruh banyaknya konsentrasi bahan pelarut toluena pada styrofoam terhadap sifat beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk karakterisasi ikatan senyawa kimia antara toluena dan styrofoam pada beton.
3. Perlu dilakukan penelitian optimasi penambahan variasi komposisi styrofoam untuk mendapatkan nilai yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Crawford, R.J., (1998), *Plastic Engginering, Third Edition*, John Wiley & Sons Inc, Singapura.

Murdock, L.J. dan Brook,K.M., (1991), *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.

Sitindaon, D., (2014), *Pengaruh Penambahan Styrofoampada Pembuatan Beton Ringan Menggunakan Pasir Merah Labuhan*