

SIFAT MEKANIS BETON RINGAN DENGAN AGREGAT DARI TANAH DIATOMAE

Nurhardiyanti Br. Purba¹ Mochammad Afifuddin² Muttaqin Hasan³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3} Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email: nrhrdyanti@mhs.unsyiah.ac.id

Abstract

The purpose of this research was to find out compressive strength, tensile strength, stress-strain relationship, modulus of elasticity, the cracks patterns and the absorption value of lightweight concrete that used aggregates from diatomae soil with 5 variations of water cement ratio (w/c), which were 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 dan 0,8. The result of aggregates proportion planning to obtain a good gradation showed a comparison of the mixed aggregate percentage to be as large as 60% of coarse aggregate, 12% of coarse sand and 28% of fine sand. The research result showed that the largest value of compressive strength and tensile strength was discovered on the variation of FAS 0,4 which measured to be 8,881 MPa and 1,082 MPa. The largest average value of the modulus of elasticity was also discovered on the variation of FAS 0,4, which was 7626,01 MPa. The results of the absorption test with the best value happened on the variation of FAS 0,4, which was as big as 37,682%. The amount of the concrete weight that was produced was ranging between 1512,832 kg/m³ to 1586,549 kg/m³.

Keywords: Lightweight Concrete, Lightweight Aggregate, Diatomae Soil, Mechanical Characteristics, Absorption.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, hubungan tegangan-regangan, pola retak dan absorpsi beton ringan yang menggunakan agregat dari tanah diatomae dengan 5 variasi faktor air semen (FAS), yaitu 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 dan 0,8. Hasil perencanaan proporsi agregat didapat gradasi yang baik pada perbandingan persentase agregat campuran sebesar 60% agregat kasar, 12% pasir kasar dan 28% pasir halus. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah terbesar terdapat pada variasi FAS 0,4 yaitu sebesar 8,881 MPa dan 1,082 MPa. Nilai modulus elastisitas terbesar juga terdapat pada variasi FAS 0,4, yaitu sebesar 7626,01 MPa. Hasil pengujian absorpsi dengan nilai terbaik terjadi pada variasi FAS 0,4, yaitu sebesar 37,682%. Besarnya berat isi beton yang dihasilkan adalah berkisar antara 1512,832 kg/m³ sampai 1586,549 kg/m³.

Kata kunci : Beton Ringan, Agregat Ringan, Tanah Diatomae, Sifat Mekanis, Absorpsi.

1. Pendahuluan

Aplikasi penggunaan beton ringan untuk berbagai konstruksi bangunan sipil terus meningkat. Hal ini terjadi dikarenakan keuntungan yang didapat dari penggunaan beton ringan salah satunya adalah berat volume beton yang lebih kecil sehingga dapat mengurangi berat sendiri elemen struktur yang mengakibatkan kebutuhan dimensi tampang melintang menjadi lebih kecil. Menurut Anonim[1], beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat volume tidak lebih dari 1900 kg/m³. Pemanfaatan tanah diatomae sebagai agregat memungkinkan untuk mengurangi berat volume beton atau membuat beton menjadi lebih ringan.

Penggunaan agregat ringan buatan dari tanah diatomae masih kurang diaplikasikan di Indonesia. Pemanfaatan tanah diatomae sebagai agregat masih belum umum, sehingga dibutuhkan suatu penelitian yang lebih lanjut agar dapat diaplikasikan pada beton ringan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, hubungan tegangan-regangan, pola retak dan absorpsi

pada beton ringan yang menggunakan agregat dari tanah diatomae.

Penelitian ini yang dilakukan adalah berupa pengujian di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala. Tanah diatomae yang digunakan berasal dari Desa Lampanah, Kecamatan Seulimum, Aceh Besar. Agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari tanah diatomae. Perbandingan agregat kasar yang digunakan terhadap total agregat ditetapkan secara coba-coba sehingga didapatkan agregat dengan gradasi yang baik. Begitu juga pasir halus dan pasir kasar ditentukan secara coba-coba sehingga didapat gradasi agregat yang baik. Jumlah benda uji silinder berukuran 15 cm x 30 cm yang digunakan sebanyak 30 buah untuk uji kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, hubungan tegangan-regangan serta benda uji kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 15 buah untuk uji absorpsi pada beton yang diambil dari sisa benda uji hasil pengujian kuat tarik belah. Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat tekan rata-rata terbesar terdapat pada variasi FAS 0,4 yaitu sebesar 7,772 MPa dan nilai kuat tarik belah rata-rata terbesar juga terdapat pada variasi FAS 0,4 yaitu sebesar 1,082 MPa. Nilai modulus elastisitas rata-rata

terbesar juga terdapat pada variasi FAS 0,4 yaitu sebesar 7626,01 MPa. Jenis pola retak pada benda uji berumur 28 hari secara keseluruhan cukup bervariasi, yaitu *cone and shear*, *cone and split* dan *shear*. Hasil pengujian absorpsi dengan nilai terbaik terjadi pada variasi FAS 0,4 yaitu sebesar 37,682%. Besarnya berat isi beton yang dihasilkan adalah berkisar antara 1512,832 kg/m³ sampai 1586,549 kg/m³

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis beton yang lebih kecil dari beton normal. Menurut Anonim[1], beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari 1900 kg/m³. Menurut Tjokrodilimo[2], ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton lebih ringan antara lain adalah sebagai berikut:

- 1) Dengan membuat gelembung-gelembung udara dalam adukan semen;
- 2) Dengan menggunakan agregat ringan; dan
- 3) Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau pasir yang disebut beton non pasir.

2.2 Tanah Diatomae

Menurut Hidayati [3], tanah diatomae dengan rumus kimia (SiO₂ nH₂O) adalah batuan sedimen silika terutama yang terdiri dari sisa kerangka fosil tumbuhan air, ganggang yang bersel tunggal. Komposisi kimia diatomae terdiri dari 86% silika, 5% natrium, 3% magnesium dan 2% besi. Menurut Rahma et al.[4], diatomae memiliki sifat dasar yakni strukturnya unik, berat jenisnya rendah ($\pm 0,45$), permukaannya luas dan berpori-pori, warnanya putih-coklat tergantung kontaminasinya, kemampuan daya hantar listrik atau panas rendah serta tidak abrasif.

Diatomit mempunyai sifat *porous*, permeabel, ringan, mudah pecah, dan abrasif, densitas ruah 0,5 – 1 ton/m³, berat jenis, 2 – 2,3, porositas < 90%, dan kandungan cangkang 1,7 – 30 juta/cm³, dengan ukuran 0,001 – 0,4 mm.

Penelitian yang dilakukan oleh Stamatakis, et al[5] membandingkan bentuk tanah diatomae dari daerah yang berbeda, yaitu dari Hungaria, Rumania dan Yunani. Diatomae dari Hungaria mengandung SiO₂ tertinggi (77,68%) yang disebabkan oleh Opal-A, sedangkan dari Rumania mengandung sekitar 75 %, yang terendah diperoleh dari Yunani (59,90%). Namun semua benda uji memenuhi syarat EN197-1 karena memiliki *reactive silica* (RS) diatas 25%. Semakin tinggi kandungan RS dari diatomae maka semakin tinggi kekuatan semen.

3. Metode Penelitian

3.1 Rancangan Penelitian

Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, hubungan tegangan-regangan dan absorpsi beton. Penelitian ini menggunakan agregat baik agregat halus (pasir halus dan pasir kasar) maupun agregat kasar dari tanah diatomae. Perbandingan agregat kasar yang digunakan terhadap total agregat ditetapkan secara coba-coba sehingga didapatkan agregat dengan gradasi yang baik. Begitu juga pasir halus dan pasir kasar ditentukan secara coba-coba sehingga didapatkan gradasi agregat yang baik. Variabel penelitian ini adalah besarnya faktor air semen (FAS), dimana digunakan 5 variasi FAS, yaitu 0,4 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 dan 0,8. Kuat tekan, kuat tarik belah, hubungan tegangan-regangan, modulus elastisitas dan absorpsi beton ringan yang diuji pada umur 28 hari.

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Persiapan material

Pekerjaan persiapan yang dilakukan meliputi penyediaan bahan/material yang digunakan untuk penelitian ini seperti semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Agregat yang digunakan merupakan agregat buatan yang berasal dari tanah diatomae. Tanah diatomae yang masih berbentuk bongkahan besar terlebih dahulu dibakar atau dikalsinasi di tungku pembakaran batu bata. Pembakaran dihentikan setelah tanah diatomae sudah berubah warna dari putih menjadi kecokelatan. Tanah diatomae yang sudah dikalsinasi selanjutnya dihancurkan dan diayak dengan saringan 19,1 mm, 4,75 mm dan 2,38 mm dan dimasukkan ke dalam goni dan ditempatkan di tempat tertutup.

3.2.2 Pemeriksaan sifat fisis agregat

Pengujian sifat fisis agregat bertujuan untuk mengetahui mutu material yang digunakan sebagai bahan campuran pembentuk beton. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat yang dilakukan berdasarkan pada standar ASTM sebagai berikut:

1. Berat jenis (*specific gravity*), ASTM C.127-01;
2. Absorpsi (*absorption*), ASTM C.128-01;
3. Berat volume (*bulk density*), ASTM C.127-01;
4. Analisa saringan (*sieve analysis*), ASTM C.136-01.

3.2.3 Pengujian kuat tekan beton

Menurut Anonim[6], pengujian kuat tekan beton dilakukan sesuai pada umur 28 hari. Sebelumnya benda uji dirawat dengan direndam kemudian dikeringkan selama 3 hari sebelum dilakukan pengujian. Pengujian ini dilakukan menggunakan mesin uji kuat tekan beton dengan memberikan penambahan beban dan kecepatan beban tertentu pada benda uji silinder beton sampai benda uji tersebut hancur. Untuk mengetahui regangan yang dihasilkan pada setiap penambahan beban digunakan alat *compressometer*. Alat *compressometer*

dipasang sesuai standar ASTM C 469, yaitu pada benda uji silinder setinggi 20 cm dan dilebihkan masing-masing 5 cm di bagian atas dan bawah alat. Setelah diperoleh nilai tegangan dan regangan, maka dapat dihitung modulus elastisitas beton.

3.2.4 Pengujian kuat tarik belah

Menurut Anonim[7], pengujian ini dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin pembebanan merek Ton Industrie buatan Maenhein, Jerman. Benda uji diletakkan mendatar diantara dua pelat landasan dan diberi tekanan sepanjang garis tepi atas dengan mesin uji kuat tekan sampai benda uji terbelah memanjang. Pencatatan data dilakukan secara manual, dimana beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji (sampai benda uji runtuh) yang ditunjukkan oleh jarum skala pada alat pembebanan dicatat.

3.2.5 Pengujian absorpsi beton

Pengujian absorpsi dilakukan untuk mengetahui tingkat penyerapan air pada beton ringan, semakin kedap beton tersebut maka semakin bagus betonnya. Benda uji sisa dari pengujian kuat tarik belah dipotong menjadi bentuk kubus dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm. Pengujian absorpsi dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Benda uji yang sudah dipotong dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C. Kemudian ditimbang beratnya dan diukur dimensinya (panjang, lebar dan tingginya) untuk mengetahui berat jenisnya. Benda uji yang sudah kering oven direndam ke dalam air untuk diukur kadar absorpsinya pada interval waktu tertentu.

3.2.6 Pengolahan data hasil penelitian

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian, kemudian dianalisa dan dilakukan pengolahan data. Data kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas, absorpsi dan berat benda uji dihitung dengan nilai rata-ratanya.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat

Perhitungan untuk pemeriksaan sifat-sifat agregat terdiri dari perhitungan berat volume, berat jenis dan absorpsi, dan modulus kehalusan butiran agregat diperlihatkan pada Tabel 1 dibawah ini.

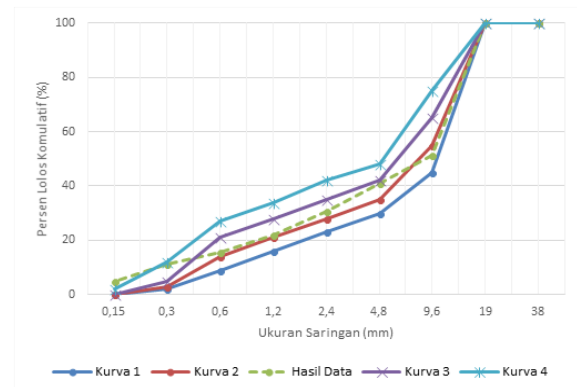
Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat dari Tanah Diatomae

Jenis Pemeriksaan	Jenis Agregat	Hasil Penelitian
Berat Volume	Kerikil	0,507 kg/l
	Pasir Kasar	0,541 kg/l
	Pasir Halus	0,668 kg/l
Berat Jenis (SSD)		1,414
Berat Jenis (OD)		0,985
Absorpsi		43,767%

	Kerikil	6,748
<i>Fineness Modulus</i>	Pasir Kasar	4,703
	Pasir Halus	2,200

4.2 Hasil Perencanaan Proporsi Agregat

Hasil perhitungan gradasi agregat dari perencanaan proporsi agregat dengan perbandingan 60% agregat kasar, 12% pasir kasar dan 28% pasir halus diperlihatkan pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Grafik Gradasi Agregat Campuran Dengan Ukuran Maksimum 19 mm

4.3 Hasil Perencanaan Proporsi Campuran Beton

Hasil perhitungan proporsi campuran beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae disajikan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Proporsi Campuran Beton Ringan dengan Agregat dari Tanah Diatomae per m³

FAS	Material				
	Semen (kg)	Pasir Halus (kg)	Pasir Kasar (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (kg)
0,4	504,305	176,088	75,466	377,331	201,722
0,5	403,444	184,923	79,253	396,263	201,722
0,6	336,203	190,812	81,777	408,884	201,722
0,7	288,174	195,019	83,580	417,899	201,722
0,8	252,153	198,175	84,932	424,660	201,722

4.4 Hasil Pengujian Beton Segar

Hasil pengujian slump test untuk masing-masing variasi diperlihatkan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian Slump Test

FA S	Semen (kg)	Air (kg)	Penambahan Air (kg)	Total Air (kg)	FAS Koreksi	Slump Test (cm)
0,4	19,26	7,70	4	11,70	0,6	10,1
0,5	15,41	7,70	3	10,70	0,7	11,0
0,6	12,84	7,70	-	7,70	0,6	8,3
0,7	11,00	7,70	0,5	8,20	0,7	7,3
0,8	9,63	7,70	1	8,70	0,9	7,5

4.5 Berat Isi

Berat isi diukur pada saat benda uji berumur 28 hari dengan cara menimbang berat benda uji dan mengukur volumenya. Berat isi benda uji adalah hasil pembagian berat benda uji dan volumenya.

Tabel 4 Hasil Pengukuran Berat Isi Benda Uji

FAS	Berat Isi Benda Uji Rata-rata (kg/m ³)
0,4	1587,512
0,5	1554,577
0,6	1560,448
0,7	1543,778
0,8	1531,239

4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji dikeluarkan dari tempat perendaman tiga hari sebelum dilakukan pengujian dikarenakan agregat yang digunakan berasal dari tanah diatomae yang mempunyai daya serap airnya tinggi. Sebelum dilakukan pengujian, diukur dimensi benda uji dan ditimbang beratnya. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai Kuat Tekan terhadap Variasi Faktor Air Semen

FAS	Kuat Tekan Beton Rata-rata MPa
0,4	8,881
0,5	5,362
0,6	5,654
0,7	7,419
0,8	7,253

4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji dikeluarkan dari tempat perendaman tiga hari sebelum dilakukan pengujian dikarenakan agregat yang digunakan berasal dari tanah diatomae yang mempunyai daya serap airnya tinggi. Sebelum dilakukan pengujian, diukur dimensi benda uji dan ditimbang beratnya. Berikut adalah hasil pengujian kuat tarik belah pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai Kuat Tarik Belah dengan Variasi Faktor Air Semen

FAS	Kuat Tarik Belah Rata-rata MPa
0,4	1,082
0,5	0,783
0,6	0,898
0,7	1,011
0,8	0,877

4.8 Penggolongan Kelas Beton Ringan dengan Agregat dari Tanah Diatomae

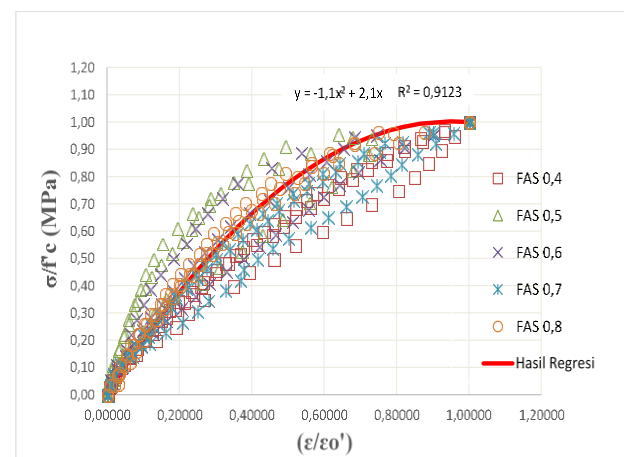
Dari hasil kuat tekan beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae, penggolongan kelas beton ringan berdasarkan berat volume beton dan kuat tekan yang tercapai (SK SNI 03-3449-2002) dapat digolongkan menjadi tiga golongan yaitu beton struktural (*structural concrete*), beton ringan struktural (*structural lightweight concrete*) dan beton sangat ringan sebagai isolasi. Data penggolongan beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae diperlihatkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Penggolongan Beton Ringan dengan Agregat dari Tanah Diatomae

FAS	Kuat Tekan Beton Rata-rata MPa	Penggolongan Kelas Beton Ringan
0,4	8,881	Beton Sangat Ringan sebagai Isolasi
0,5	5,362	Beton Sangat Ringan sebagai Isolasi
0,6	5,654	Beton Sangat Ringan sebagai Isolasi
0,7	7,419	Beton Sangat Ringan sebagai Isolasi
0,8	7,253	Beton Sangat Ringan sebagai Isolasi

4.9 Hubungan Tegangan-Regangan Beton

Grafik hubungan tegangan-regangan beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae diperlihatkan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2 Hubungan Tegangan Regangan Beton Ringan dengan Agregat dari Tanah Diatomae

Dari data tegangan-regangan beton, dengan menggunakan analisis regresi dibuat sebuah model matematis persamaan hubungan tegangan-regangan.

Model hubungan tegangan-regangan yang didapat adalah sebagai berikut:

$$\sigma = f'_c \left[-1,1 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right)^2 + 2,1 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right) \right]$$

Keterangan:

σ = tegangan beton

f'_c = kuat tekan silinder beton

ε = regangan beton

ε_0 = regangan beton pada saat tegangan puncak

4.10 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Hasil perhitungan modulus elastisitas pada saat umur beton 28 hari dengan variasi factor air semen disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai Modulus Elastisitas Beton

FAS	Modulus Elastisitas
	Rata-rata MPa
0,4	7626,01
0,5	7284,60
0,6	6408,34
0,7	7313,62
0,8	6715,82

4.11 Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Hasil pengujian absorpsi merupakan nilai rata-rata volume air yang diserap oleh masing-masing benda uji dengan interval waktu yang telah ditentukan. Hasil pengujian absorpsi diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Nilai Absorpsi Rata-rata Beton

FAS	Berat Rata-rata Benda Uji	Rata-rata Berat Selisih Air	Nilai Absorpsi
	(gr)	(gr)	(%)
0,4	207,900	56,900	37,682
0,5	199,533	58,067	41,046
0,6	200,833	59,733	42,334
0,7	204,433	61,100	42,628
0,8	192,567	59,567	44,787

4.12 Pola Retak

Pola retak yang timbul pada benda uji beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae mulai terjadi pada saat beban 40% dari beban maksimumnya. Pola retak pada benda uji dengan variasi FAS 0,4 dan 0,6 diklasifikasikan kedalam jenis pola retak *cone and shear*, benda uji dengan variasi FAS 0,5 diklasifikasikan kedalam jenis pola retak *cone and split*, sedangkan benda uji dengan variasi FAS 0,7 dan 0,8 diklasifikasikan kedalam jenis pola retak *shear*.

4.13 Pembahasan

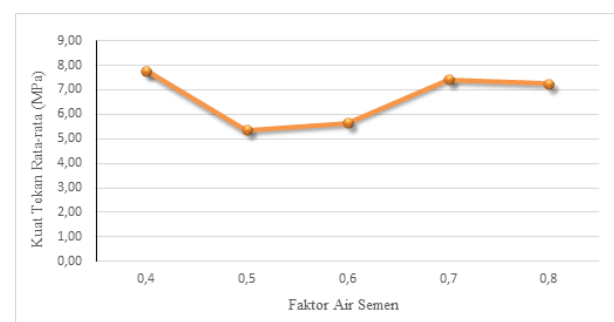
Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai pemeriksaan sifat fisis agregat dari tanah diatomae

secara keseluruhan hamper mirip dengan agregat komersil pada umumnya. Berat volume agregat dari tanah diatomae berupa kerikil, pasir kasar dan pasir halus mempunyai berat volume lebih kecil dibandingkan dengan agregat komersil. Pemeriksaan berat jenis (*specific gravity*) *saturated surface dry* (SSD) dan *oven dry* (OD) didapatkan nilai berat jenis yang lebih kecil dari agregat biasa, maka dari itu tanah diatomae dapat digunakan sebagai agregat ringan. Sedangkan pemeriksaan absorpsi didapatkan nilai yang lebih besar dikarenakan tanah diatomae yang bersifat *permeable* sehingga cenderung menggumpal dan jenuh air. Namun, nilai pemeriksaan absorpsi masih di antara nilai izin absorpsi tanah diatomae yaitu antara 25%-45%. Nilai pemeriksaan fineness modulus didapatkan untuk agregat kasar berkisar antara 5,5-8,0 dan untuk agregat halus berkisar antara 2,2-3,2.

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa kurva gradasi agregat campuran ukuran maksimum 19 mm dengan perbandingan 60% agregat kasar, 12% pasir kasar dan 28% pasir halus berada pada daerah 3. Ini menunjukkan bahwa gradasi agregat campuran yang didapat mempunyai gradasi yang baik.

Hasil *slump test* yang diperoleh untuk setiap variasi FAS cukup bervariasi. Ini dikarenakan penambahan air yang dilakukan pada saat pengecoran guna mendapatkan *workability* yang baik, sehingga nilai FAS yang direncanakan pada campuran awal berubah setelah dilakukan penambahan air. Hasil pengujian berat isi benda uji setelah perawatan 28 hari, yang diperlihatkan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa beton dengan FAS 0,8 lebih ringan dengan beton variasi FAS yang lain, bahkan semakin besar FAS, semakin kecil volume semen yang didapat, serta semakin besar pula volume agregat yang didapat. Berat isi beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae rata-rata yang dihasilkan pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa berat isi kering udara beton yang dihasilkan termasuk dalam kategori berat beton ringan structural yang disyaratkan SNI 03-3449-2002, yaitu beton yang mempunyai berat isi kering udara antara 1400-1850 kg/m³.

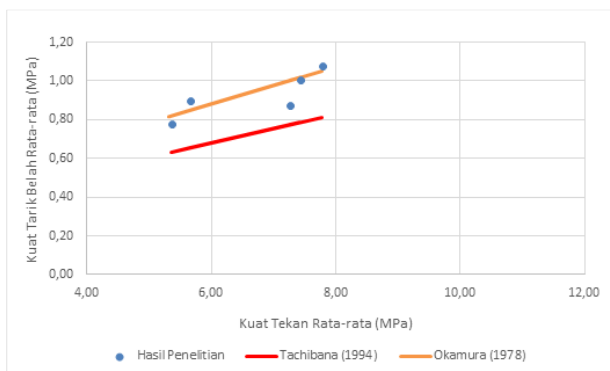
Data hasil pengujian kuat tekan dengan variasi faktor air semen menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata terbesar terjadi pada FAS 0,4 yaitu sebesar 8,881 MPa dan nilai kuat tekan rata-rata terendah terjadi pada FAS 0,5 yaitu sebesar 5,362 MPa pada umur 28 hari. Grafik 3 dibawah ini menampilkan hubungan kuat tekan rata-rata beton dengan faktor air semen.



Gambar 3 Grafik Hubungan Kuat Tekan Rata-rata dengan Variasi Faktor Air Semen

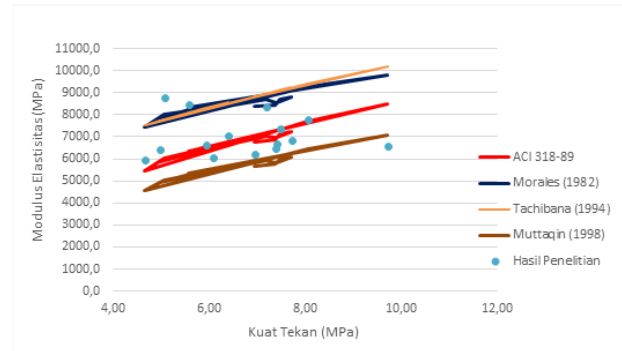
Dari Gambar 3 diperlihatkan bahwa beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae mengalami penurunan kuat tekan pada FAS 0,5 sebesar 5,362 MPa, kemudian mengalami kenaikan pada FAS 0,6 sebesar 5,654 MPa dan FAS 0,7 sebesar 7,419 MPa dan mengalami penurunan kembali pada FAS 0,8 sebesar 7,253 MPa.

Hasil yang diperoleh untuk kuat tarik belah menunjukkan nilai kuat tarik belah rata-rata terbesar terjadi pada FAS 0,4 yaitu sebesar 1,082 MPa dan nilai kuat tarik belah rata-rata terendah terjadi pada FAS 0,5 yaitu sebesar 0,783 MPa pada umur 28 hari. Gambar 4 dibawah ini menampilkan hubungan kuat tarik belah rata-rata beton dengan kuat tekan rata-rata beton. Pada grafik tersebut juga diplot hubungan kuat tarik belah dan kuat tekan yang diusulkan oleh Tachibana et al. (1994), yaitu $f_{sp} = 0,207 (f'_c)^{2/3}$ dan yang diusulkan oleh Okamura (1978), yaitu $f_{sp} = 0,267 (f'_c)^{2/3}$ sebagaimana yang dikutip oleh Muttaqin (1998). Hubungan kuat tarik belah dan kuat tekan hasil penelitian ini sangat sesuai dengan yang diusulkan oleh Okamura (1978), sedangkan yang diusulkan oleh Tachibana et al. (1994) mempunyai nilai kuat tarik belah yang lebih kecil.



Gambar 4 Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton

Hasil penelitian nilai modulus elastisitas beton rata-rata terbesar terdapat pada variasi FAS 0,4 pada umur 28 hari, yaitu 7626,01 MPa. Hal ini disebabkan oleh nilai kuat tekan beton terbesar terdapat pada variasi FAS 0,4. Nilai modulus elastisitas dipengaruhi oleh nilai kuat tekan beton, semakin besar kuat tekan yang diperoleh maka semakin besar pula nilai modulus elastisitasnya. Gambar 5 dibawah ini menunjukkan hubungan modulus elastisitas dengan kuat tekan beton. Pada gambar tersebut juga diplot hubungan modulus elastisitas dan kuat tekan yang direkomendasikan oleh ACI 318-89 yaitu $E_c = 42,75 \cdot 10^{-3} w_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$; Morales (1982), yaitu $E_c = (3322 \sqrt{f'_c} + 6895)(w_c/2323)^{1,5}$; dan Tachibana et al. (1994) yaitu $E_c = (2750 \sqrt{f'_c} + 1600)$ sebagaimana dikutip oleh Muttaqin (1998). Hubungan modulus elastisitas dan kuat tekan juga diplot yang diusulkan oleh Muttaqin (1998) yaitu $E_c = 0,0358 w_c^{1,5} \sqrt{f'_c}$. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai modulus elastisitas yang dihasilkan dari penelitian ini sesuai dengan yang diusulkan oleh Morales (1982) dan Tachibana et al. (1994) lebih tinggi dari hasil penelitian ini, sedangkan yang diusulkan oleh Muttaqin (1998) mempunyai nilai yang lebih rendah.



Gambar 5 Hubungan Modulus Elastisitas dengan Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian absorpsi beton, secara keseluruhan menunjukkan nilai absorpsi meningkat dengan meningkatnya nilai faktor air semen. Nilai absorpsi terbesar diperoleh pada variasi FAS 0,8; yaitu sebesar 44,787% dan nilai absorpsi terendah diperoleh pada variasi FAS 0,4; yaitu sebesar 37,682%. Jadi dapat disimpulkan semakin kecil nilai absorpsi beton maka beton semakin padat.

Pada Gambar 6 diperlihatkan kehancuran beton secara visual yang terjadi merupakan kehancuran pada bagian agregat. Hal ini diperlihatkan dengan terbelahnya agregat dan terlepasnya agregat dari mortar yang menyebabkan kekuatan beton dipengaruhi oleh kekuatan maksimum agregat.



Gambar 6 Kehancuran pada Beton Ringan dengan Agregat dari Tanah Diatomae

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis dan pembahasan yang diuraikan adalah sebagai berikut:

1. Agregat dari tanah diatomae dapat digunakan sebagai material pembentuk beton ringan dikarenakan dapat mengurangi berat volume beton menjadi lebih ringan, yaitu antara 1512,832 kg/m³ sampai 1586,549 kg/m³. Namun, daya serap air agregat dari tanah diatomae cukup tinggi dibandingkan dengan agregat pada umumnya, tapi masih di antara nilai izin absorpsi tanah diatomae yaitu antara 25% - 45%.
2. Hasil proporsi agregat campuran dengan gradasi agregat yang baik diperoleh perbandingan 60% agregat kasar dan 40% agregat halus. Agregat

- halus yang digunakan terdiri dari pasir halus sebesar 70% dan pasir kasar sebesar 30%.
3. Hasil kuat tekan beton rata-rata terbesar terjadi pada variasi FAS 0,4 yaitu 8,881 MPa dan nilai kuat tekan rata-rata terendah terjadi pada FAS 0,5 yaitu 5,362 MPa.
 4. Hasil pengujian kua tarik belah rata-rata terbesar terjadi pada variasi FAS 0,4 yaitu sebesar 1,082 MPa dan nilai kuat tarik belah rata-rata terendah terjadi pada variasi FAS 0,5 yaitu 0,783 MPa.
 5. Hasil pengujian modulus elastisitas beton rata-rata terbesar terdapat pada variasi FAS 0,4 pada umur 28 hari, yaitu 7626,01 MPa. Nilai modulus elastisitas dipengaruhi oleh nilai kuat tekan dan berat isi beton.
 6. Nilai absorpsi meningkat dengan meningkatnya nilai FAS. Nilai absorpsi rata-rata terbesar diperoleh pada variasi FAS 0,8 yaitu sebesar 44,787% dan nilai absorpsi rata-rata terendag terdapat pada variasi FAS 0,4 yaitu sebesar 37,682%.
 7. Pengamatan pola retak yang diamati setelah pengujian cukup bervariasi, yaitu terdiri dari jenis pola retak cone and shear, cone and split da shear. Dari hasil pengamatan keruntuhan yang terjadi, diperoleh bahwa kegagalan benda uji karena terbelahnya agregat di dalam beton yang menunjukkan bahwa kekuatan agregat lebih rendah dari kekuatan pasta semen.

5.2 Saran

Hasil penelitian diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai beton ringan dengan agregat dari tanah diatomae, misalnya dimensi benda uji, jumlah benda uji, proporsi agregat campuran, ukuran maksimum agregat dan umur beton, sehingga nantinya keseluruhan data penelitian tersebut dapat diaplikasikan dan dapat memberikan hasil yang lebih baik dan untuk penelitian selanjutnya agar tanah diatomae ditreatment sedemikian rupa sehingga mempunyai kekuatan yang lebih bagus sehingga dapat dihasilkan beton struktural.

6. Daftar Kepustakaan

- [1] Anonim, 2002, Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Bandung, Desember 2002.
- [2] Zein, C. K. S., 2007, *Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Beton Busa (Foamed Concrete)*, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.
- [3] Hidayati, N., 2007, "Perlakuan Kimia Terhadap Tanah Diatomae, Karakterisasi Gugus Fungsionalnya dan Rasio Atom Si dan Al Sebelum Digunakan sebagai Adsorben", *Jurnal Kimia Mulawarman*, Vol. 5, No. 1 : 4-7.
- [4] Rahma, Ramlawati, dan Sumiati Side., 2011, "The Adsorption Capacity of Diatomae (Diatomaceous Earth) on Chromium (VI) Ion", *Jurnal Chemical* Vol. 12 No. 1 Juni 2011, 60-66.

- [5] Stamatakis, M. G, Fragoulis, D, sirik, G, Bedelean, I, dan Pedersen, S., 2003, "The Influence of Biogenic Micro-Silica-Rich Rocks on The Properties of Blended Cements", *Journal of Cement & Concrete Composites*, Vol. 25, halaman 177-184.
- [6] Anonim, 2011, Standar Nasional Indonesia 03-1974-2011, *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*, Badan Standardisasi Indonesia, Bandung.
- [7] Anonim, 2002, Standar Nasional Indonesia 03-2491-2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Bandung, Desember 2002.

