Kajian Pengaruh Agregat Ringan Buatan dari Tanah Diatomae pada Nilai Kuat Lentur Beton Struktural

M.Syukranlillah¹Taufiq Saidi² Muttaqin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email: syukranlillah67@gmail.com

Abstract

To produce structural lightweight concrete, the use of lightweight aggregates in the mixture is a very appropriate choice. In this study, diatomaceous soil that was used as a lightweight aggregate varied by two variations, the first variation was named with TD where diatomaceous soil was formed into granules with a size of 5-20 mm without mixture and the second variation was named with TDSG where diatomaceous soil grains were mixed with 5% sawdust. The purpose of this research is to develop previous research conducted by Purba[1] by making lightweight aggregates stronger hence, they can be used for structural lightweight concrete materials and also understanding the value of the flexural strength of diatomaceous lightweight concrete. The results of this study showed that the greatest value of flexural tensile strength was obtained in KLD concrete variations with an aggregate TD at 3.241 MPa and the smallest value was obtained at 2.457 MPa with an average value at 2.861 MPa. Whereas, the greatest value of flexural strength in SGKLD concrete variation with TDSG's aggregates was obtained at 2,986 MPa and the smallest value was 2,270 MPa with an average value was obtained at 2,549 MPa. The relation between the value of flexural tensile strength and compressive strength can be used as an equation form approach, $f_r = 0,62\sqrt{f'_c}$

Keywords: *Structural Lightweight Concrete, Lightweight Aggregates, Diatomaceous Soil, Flexural Strength*

Abstrak

Untuk menghasilkan beton ringan struktural, penggunaan agregat ringan dalam campurannya menjadi pilihan yang tepat. Dalam penelitian ini tanah diatomae yang digunakan sebagai agregat ringan divariasikan sebanyak dua macam variasi meliputi, variasi yang diberi kode TD di mana tanah diatomae dibentuk menjadi butiran dengan ukuran 5-20 mm tanpa campuran serbuk gergaji dan variasi dengan kode TDSG di mana butiran tanah diatomae dicampur dengan 5 % serbuk gergaji. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan penelitian yang dilakukan oleh Purba[1] dengan membuat agregat ringan yang lebih kuat sehingga dapat digunakan untuk bahan beton ringan struktural dan mengetahui nilai kuat lentur beton ringan struktural dari tanah diatomae. Hasil dari penelitian menunjukkan nilai kuat tarik lentur terbesar diperoleh pada variasi beton KLD sebesar 3,241 MPa dan nilai terkecil yang diperoleh yaitu 2,457 MPa dengan nilai rata-rata sebesar 2,861 MPa. Sedangkan nilai kuat lentur terbesar pada variasi beton SGKLD diperoleh 2,986 MPa dan nilai terkecil yaitu 2,270 MPa dengan nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 2,549 MPa. Hubungan nilai kuat tarik lentur dengan kuat tekan dapat dijadikan ke dalam pendekatan bentuk persamaan yaitu $f_r=0,62\sqrt{f'_c}$

Kata Kunci: *Beton Ringan Struktural, Agregat Ringan, Tanah Diatomae, Kuat Tarik Lentur*

1. Pendahuluan

Beton merupakan campuran antara agregat, semen dan air yang terbentuk menjadi suatu bahan bangunan komposit yang berfungsi untuk membuat komponen struktural apabila kuat tekan yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan minimal tidak boleh kurang dari 17 MPa jika mengacu pada SNI 2847-2013[2].

Menurut ACI 213R-03[3], beton ringan adalah beton yang memiliki berat volume lebih rendah dari beton normal yaitu antara 1190 kg/m³ sampai 1920 kg/m³. Penggunaan agregat ringan dalam campurannya menjadi pilihan yang sangat tepat untuk menghasilkan beton ringan struktural.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kuat tarik lentur beton struktural dengan agregat ringan dari tanah diatomae. Selanjutnya, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui besar absorpsi beton

struktural dengan agregat ringan dari tanah diatomae.

Dalam penelitian ini dibuat 2 variasi agregat ringan. Prosedur yang digunakan untuk variasi pertama yaitu tanah diatomae yang tidak dicampurkan dengan serbuk gergaji. Sedangkan untuk variasi kedua, tanah diatomae dicampurkan dengan serbuk gergaji sebanyak 5 % dari berat tanah diatomae. Pengujian kuat lentur dilakukan terhadap balok beton tanpa tulangan yang berukuran 10 cm x 10 cm x 40 cm pada saat benda uji berumur 28 hari. Jumlah benda uji untuk satu variasi sebanyak 5 buah, sehingga jumlah keseluruhan benda uji yaitu 10 buah. Pengujian absorpsi beton dilakukan terhadap kubus beton berukuran 5 x 5 x 5 cm yang dibuat dari sisa beton hasil pengujian kuat lentur. Hasil yang didapatkan dari pengujian kuat lentur menunjukkan nilai kuat tarik lentur terbesar diperoleh pada variasi beton KLD dengan agregat variasi TD sebesar 3,241 MPa dan nilai terkecil yang diperoleh yaitu 2,457 MPa dengan nilai rata-rata sebesar 2,861 MPa. Sedangkan

nilai kuat lentur terbesar pada variasi beton SGKLD dengan agregat TDSG diperoleh 2,986 MPa dan nilai terkecil yaitu 2,270 MPa dengan nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 2,549 MPa. Hasil pengujian absorpsi beton menunjukkan bahwa beton variasi KLDSDG memiliki nilai absorpsi lebih besar yaitu 22,828 % dibandingkan nilai absorpsi beton KLD yaitu 21,056 %. Hubungan antara nilai kuat tarik lentur dengan kuat tekan dapat dijadikan kedalam pendekatan bentuk persamaan yang diberikan oleh ACI 318R-95 yaitu $f_r = 0,62\sqrt{f'_c}$

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang mengandung agregat ringan dalam campurannya. Berdasarkan SNI 03 - 2847 - 2002[4], beton ringan yaitu beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³. Beton ringan struktural merupakan beton ringan yang mempunyai nilai kuat tekan yang mencapai standar yang dapat digunakan untuk komponen struktural. Menurut SNI 03-3449-2002[5], beton ringan struktural adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³.

2.2 Agregat Ringan

Berdasarkan SNI 2847:2013[2], agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat volume (density) gumpalan lepas sebesar 1120 kg/m³ atau kurang. Demirboga dan Kan[6], menyebutkan bahwa batasan maksimum untuk berat jenis agregat ringan yaitu di bawah nilai 2.

Berdasarkan SNI 03-2461-2002[7], agregat ringan terdiri atas dua macam, yaitu agregat ringan alami yang diperoleh dari alam seperti batu apung, batu letusan gunung atau batuan lahar. Sedangkan agregat ringan buatan dibuat dengan membekahkan atau memanaskan bahan-bahan, seperti terak dan peleburan besi, tanah liat diatomae, abu terbang, tanah serpih, batu tulis, dan lempung.

2.3 Tanah Diatomae

Menurut Korunic[8], tanah diatomae merupakan endapan kulit atau kerangka mikroorganisme seperti alga bersel satu yang membentuk endapan di danau, dasar laut, sungai atau air payau.

Tanah diatomae dikategorikan sebagai pozzolan alami dikarenakan mengandung silika. Elemen lainnya yang terkandung di dalam tanah diatomae meliputi abu vulkanik, larutan garam, lempung, pasir silika, senyawa karbonat, dan unsur organik lainnya Purba[1].

2.4 Serbuk Gergaji

Menurut Gargulak seperti yang dikutip Saifuddin, dkk[9] pada serbuk gergaji terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada

permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofohnya.

2.5 Kuat Tarik Lentur

SNI 4431-2011[10] mendefinisikan kuat lentur sebagai kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah. Berdasarkan SNI 4431:2011[10] besarnya nilai kuat tarik lentur beton dapat dihitung dengan beberapa persamaan sebagai berikut :

- Untuk bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), kuat lentur beton dihitung menurut Persamaan 1

$$Fr = \frac{P.L}{b.h^2} \dots\dots\dots 1)$$

- Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat, dan jarak antar titik pusat dan titik patah kurang dari 5 % dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut Persamaan 2

$$Fr = \frac{3 P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots 2)$$

di mana:

Fr = Kuat lentur uji (MPa);

P = Beban tertinggi (Ton)

L = Jarak (bentang) antara garis perletakan (mm)

b = Lebar tampang lintang patah horizontal (mm)

h = Lebar tampang lintang patah arah vertical (mm)

a = Jarak rata-rata tampang lintang patah

2.6 Pola Kehancuran

Menurut SNI 4431-2011[10], pola kehancuran pada balok hasil pengujian kuat tarik lentur terbagi atas 3 macam, meliputi :

- Patah pada 1/3 bentang

- Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5 %

- Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis pada > 5% dari bentang

2.7 Rancangan Campuran Beton

Standar ACI 211.2-1998[11] merupakan standar yang digunakan untuk merencanakan proporsi campuran

beton ringan struktural. Selain itu, standar ini juga dapat digunakan untuk merencanakan proporsi campuran beton yang memiliki agregat kombinasi yaitu agregat normal dengan agregat ringan.

2.8 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur

Secara teoritis, nilai kuat tarik lentur untuk beton ringan dapat diprediksi dengan mensubstitusikan nilai kuat tekan kedalam persamaan yang sudah ditetapkan. Persamaan-persamaan tersebut dikutip dari Juki, dkk [12] dan Bogas dan Nogueira [13] yang diuraikan seperti berikut :

$$\text{ACI 318R-95, dikutip Juki, dkk [12]} \quad fr = 0,62\sqrt{f'c} \quad 3)$$

$$\text{ACI 363R-92, dikutip Juki, dkk [12]} \quad fr = 0,94\sqrt{f'c} \quad 4)$$

$$\text{Juki, dkk [12]} \quad fr = 0,466 \cdot f'c^{0,703} \quad 5)$$

$$\text{Swamy and Lambert, dikutip Bogas dan Nogueira [13]} \quad fr = 0,9 \cdot \frac{f'c^{0,43}}{0,8} \quad 6)$$

$$\text{Zang and Gjorv dikutip Bogas dan Nogueira [13]} \quad fr = 0,73 \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{0,8} \quad 7)$$

3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian ini berisikan tentang penjelasan secara singkat prosedur yang dilakukan dalam penelitian. Untuk mendapatkan hasil seperti yang diharapkan, penelitian ini dilakukan sesuai dengan standar-standar yang berlaku.

3.1 Perencanaan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat lentur beton struktural dengan agregat ringan dari tanah diatomae. Perbandingan campuran agregat ringan dan agregat halus mengacu pada ACI 211.2-98[11]. Variasi dan penamaan benda uji dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Variasi dan Penamaan Benda Uji

Jenis Pengujian	Dimensi Benda Uji	Variasi Benda Uji	
		Tanah Diatomae tanpa Campuran	Tanah Diatomae + 5 % Serbuk Gergaji
Kuat Tarik Lentur Beton	10 x 10 x 40 cm	KLD ₁₁₋₁₅	SGKLD ₂₁₋₂₅
Absorpsi Beton	5 x 5 x 5 cm	KLD ₁₋₅	SGKLD ₁₋₅
Kuat Hancur Agregat	5 x 5 x 5 cm	TD ₁₋₅	TDSG ₁₋₅

3.2 Pengambilan Data

Data yang disajikan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian dan literature terkait. Data hasil pemeriksaan sifat fisis agregat ringan (berat volume, berat jenis, absorpsi, dan fineness modulus), hasil perencanaan komposisi agregat, hasil pengujian kuat lentur beton, dan hasil pengujian absorpsi beton.

3.3 Material dan Alat yang Dipakai

Penelitian ini menggunakan beberapa macam material yaitu, Semen Portland, agregat halus, tanah diatomae, serbuk gergaji, dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa oven, *concrete mixer*, kerucut Abram's, *bekisting* benda uji, *compressive loading machine*, mesin Los Angeles, dan peralatan lainnya.

3.4 Langkah-Langkah Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu persiapan dan pengadaan material dan peralatan, pemeriksaan sifat fisis agregat, rancangan komposisi campuran agregat, rancangan campuran beton ringan (*mix design*), pembuatan benda uji berbentuk balok, perawatan benda uji, pengujian benda uji, pengolahan, dan analisa data.

3.4.1 Pembuatan agregat ringan

Untuk variasi pertama, tanah diatomae tidak dicampurkan dengan serbuk gergaji namun langsung campuran dengan air sebanyak ½ dari total berat campuran. Selanjutnya, adonan dibentuk butir dengan rentang ukuran 5-20 mm, dikeringkan di dalam oven pada suhu 100 °C selama 24 jam. Setelah itu butiran agregat dibakar pada suhu tungku pembakaran batu bata selama 3 x 24 jam. Variasi ini dinamakan TD.

Untuk variasi kedua, tanah diatomae dicampurkan dengan serbuk gergaji (*sawdust*) yang berukuran kurang dari 1 mm sehingga lolos saringan no. 30 sebanyak 5 % dari total berat tanah diatomae. Campuran tersebut ditambahkan air dengan rasio ½ dari total berat campuran. Selanjutnya, formula dibentuk butir dengan rentang ukuran 5-20 mm, dikeringkan di dalam oven pada suhu 100 °C selama 24 jam. Setelah itu butiran agregat dibakar pada tungku pembakaran batu bata selama 3 x 24 jam. Variasi ini diberi kode dengan TDSG.

3.4.2 Pemeriksaan material

Semen yang dipakai dalam penelitian tugas akhir ini sesuai dengan SNI 03-2847-2002[4]. Air yang digunakan merupakan air bersih dan sudah sesuai dengan persyaratan dalam SNI 03-2847-2002[4].

3.4.3 Pemeriksaan sifat fisis agregat

Standar acuan untuk pemeriksaan sifat fisis agregat adalah sebagai berikut :

1. Berat jenis, ASTM C. 127-93;
2. Absorpsi, ASTM C. 128-93;
3. Berat volume, ASTM C. 127-88;
4. Analisa saringan, ASTM C. 136-93.

3.4.4 Jumlah benda uji

Banyaknya benda uji berdasarkan jenis pengujian dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Banyaknya Benda Uji berdasarkan Jenis Pengujian

Pengujian	Jenis Benda Uji	Variasi Agregat	Banyaknya Benda Uji
Kuat Lentur	Balok 10 cm x 10 cm x 40 cm	TD	5
		TDSG	5
Absorpsi Beton	Kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm	TD	5
		TDSG	5

3.4.5 Pembuatan benda uji

Proses pembuatan benda uji untuk kuat lentur beton yang dilakukan sebagai berikut :

1. Membersihkan peralatan yang gunakan untuk pengecoran.
2. Mengoles oli pada sisi bagian dalam dari bekisting.
3. Memasukkan material yang sudah disiapkan ke dalam molen;
4. Pengadukan di dalam molen dilakukan sampai campuran sudah merata dengan sempurna;
5. Dilakukan pengujian slump;
6. Beton segar dituangkan ke dalam bekisting yang sudah disiapkan
7. Setelah benda uji padat, ratakan permukaan benda uji sampai benar rata.

Benda uji untuk pengujian absorpsi beton dibuat dari sisa pengujian kuat tarik lentur dengan cara memotong belahan benda uji menjadi kubus berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 5 benda uji untuk masing-masing variasi. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dimasukkan kedalam oven pada suhu 105 °C sampai didapat berat yang konstan sehingga benda uji benar-benar kering. Perawatan beton dilakukan selama 28 hari.

3.4.6 Prosedur pengujian kuat lentur

Pengujian kuat lentur pada benda uji dilakukan saat beton sudah mencapai kekuatan maksimumnya yaitu pada umur 28 hari. Prosedur yang digunakan mengacu pada SNI – 4431 – 2011[10]

3.4.7 Prosedur pengujian absorpsi beton

Pada interval waktu 30 menit pertama, benda uji direndam kemudian diangkat dan dilap setiap 5 menit, kemudian ditimbang dan dicatat beratnya. Pada interval waktu 30 menit kedua, benda uji diberikan perlakuan yang sama namun setiap 10 menit. Dalam tahap ini, penambahan berat benda uji tidak sebesar 30 menit pertama. Selanjutnya pada 30 menit terakhir, benda uji sudah dalam tahap jenuh, sehingga benda uji ditimbang dan dicatat beratnya pada interval 15 menit.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian di Laboratorium

4.1.1 Data hasil pemeriksaan sifat fisis agregat

Pemeriksaan sifat fisis dilakukan terhadap agregat ringan variasi pertama yang tidak dicampur serbuk gergaji (TD), variasi kedua yang dicampur dengan 5 % serbuk gergaji (TDSG), dan pasir halus.

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Penelitian			Satuan
		TD	TDSG	Pasir Halus	
1	Berat Volume	0,724	0,623	1,684	Kg/l
2	Berat Jenis (SSD)	1,654	1,516	2,575	
3	Berat Jenis (OD)	1,461	1,36	2,518	
4	Absorpsi	13,253	11,499	2,272	%
5	Fineness Modulus	6,665	6,874	2,879	

Berdasarkan Tabel 3, hasil perhitungan berat volume agregat dari tanah diatomae yang didapatkan sudah memenuhi SNI 2461: 2014[14]. Selanjutnya berat volume agregat halus yang diperoleh dari pemeriksaan pasir juga sudah dapat digunakan sebagai pengisi dalam beton. Hasil pemeriksaan berat jenis agregat ringan rata-rata untuk variasi TD dan variasi TDSG dalam kondisi saturated surface dry (SSD) dan oven dry (OD) dapat digunakan sebagai agregat ringan buatan karena dibawah nilai 2. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini sudah sesuai yang disyaratkan. Pemeriksaan absorpsi pada agregat ringan variasi TD dan TDSG mendapatkan hasil yang baik untuk digunakan pada beton dikarenakan nilai yang didapatkan tidak lebih besar dari 15 %. Sedangkan penyerapan air yang terjadi pada agregat halus dikategorikan kedalam kondisi normal. Berdasarkan Tabel 3, nilai *fineness modulus* agregat kasar variasi TD dan variasi TDSG sudah sesuai SNI-2461-2014[14]. Sedangkan *fineness modulus* yang didapatkan pada pengujian pasir sudah dapat digunakan.

4.1.2 Hasil Analisa Saringan

Hasil analisa saringan agregat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Persentase yang Lolos dan Tertahan Ayakan

No. Saringan (mm)	Persentase (massa) yang Lolos Ayakan Kumulatif			Persentase (massa) yang Tertahan Ayakan Kumulatif		
	TD (%)	TDSG (%)	Pasir halus (%)	TD (%)	TDSG (%)	Pasir halus (%)
31,5	100	100	100	0	0	0
19,1	100	100	100	0	0	0
9,52	33,533	12,592	100	66,467	87,408	0
4,76	0	0	100	100	100	0
2,38	0	0	87,46	100	100	12,54
1,18	0	0	69,82	100	100	30,180
0,60	0	0	39,202	100	100	60,798
0,30	0	0	10,582	100	100	89,418
0,15	0	0	5	100	100	95

Berdasarkan Tabel 4 dapat dibuat suatu grafik batas persyaratan gradasi untuk agregat kasar buatan berdasarkan SNI 2461:2014[14] yang dapat dilihat pada Gambar 1

Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat Kasar Buatan

4.1.3 Hasil perencanaan proporsi beton ringan

Hasil perhitungan perencanaan proporsi beton yang merujuk pada ACI 211.2-98[11] dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Proporsi Campuran Beton Ringan per m³

Variasi Beton	Material			
	Semen (Kg)	Pasir Halus (Kg)	Agregat Kasar Buatan (Kg)	Air (Kg)
KLD	448,271	718,961	623,163	201,722
SGKLD	448,271	778,309	536,230	201,722

4.1.4 Hasil pengujian slump

Hasil pengujian slump pada saat pengecoran diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian Slump

Variasi Beton	FAS	Semen (Kg)	Air (Kg)	Penambahan Air (Kg)	Jumlah Air (Kg)	Tinggi Slump (mm)
KLD	0,45	20,009	9,435	11	20,435	30
SGKLD	0,45	20,009	8,953	10,5	19,453	25

4.1.5 Hasil Pengukuran berat isi

Hasil perhitungan berat isi untuk tiap-tiap benda uji disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Berat Isi Beton

FAS	Nama Benda Uji	Berat Benda Uji 28 Hari (kg)	Berat Isi Benda Uji Rata-rata (kg/m ³)
0,45	KLD ₁₁	7,69	1875,352
	KLD ₁₂	7,63	

FAS	Nama Benda Uji	Berat Benda Uji 28 Hari (kg)	Berat Isi Benda Uji Rata-rata (kg/m ³)
0,45	KLD ₁₃	7,71	1804,051
	KLD ₁₄	7,62	
	KLD ₁₅	7,72	
	SGKLD ₂₁	7,58	
	SGKLD ₂₂	7,49	
	SGKLD ₂₃	7,57	
	SGKLD ₂₄	7,52	
	SGKLD ₂₅	7,59	

4.1.6 Hasil pengujian kuat tarik lentur beton

Berdasarkan pengamatan visual, patahan yang terjadi pada balok terletak pada bagian tengah, maka kuat lentur beton dihitung dengan Persamaan 1. Hasil perhitungan kuat tarik lentur beton ringan yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Kuat Tarik Lentur

Variasi Benda Uji	No Benda Uji	Beban Terbaca (Kg)	Kuat Lentur (MPa)	Rata-Rata Kuat Lentur (MPa)
KLD	KLD ₁₁	980	2,737	2,861
	KLD ₁₂	845	2,457	
	KLD ₁₃	965	2,779	
	KLD ₁₄	1130	3,242	
	KLD ₁₅	1145	3,081	
SGKLD	SGKLD ₂₁	1030	2,838	2,549
	SGKLD ₂₂	835	2,295	
	SGKLD ₂₃	855	2,353	
	SGKLD ₂₄	790	2,271	
	SGKLD ₂₅	1090	2,987	

4.1.7 Hasil pengujian absorpsi beton

Hasil perhitungan nilai absorpsi beton dapat dilihat pada Tabel 9

Tabel 9 Hasil Perhitungan Absorpsi Beton Ringan

Nama Benda Uji	Berat Kering Oven (Vd) (g)	Berat Jenuh Air (Vw) (g)	Absorpsi (%)	Absorpsi Rata-Rata (%)
KLD ₁	205,5	250,3	21,800	21,065
KLD ₂	210,9	254,9	20,863	
KLD ₃	215,0	259	20,465	
KLD ₄	208,0	251,6	20,962	
KLD ₅	184,6	223,8	21,235	
SGKLD ₁	215,3	266,3	23,688	22,860
SGKLD ₂	202,1	248,9	23,157	

SGKLD ₃	213	261,8	22,911
SGKLD ₄	207	253,1	22,271
SGKLD ₅	206,5	252,5	22,276

4.2 Pembahasan

Pada saat perhitungan *mix design* berat jenis agregat yang dipakai yaitu dalam kondisi SSD (*saturated surface dry*) tanpa memperhitungkan kadar air agregat saat kondisi lapangan (kondisi pengecoran). Apabila agregat belum mencapai kondisi SSD, maka dibutuhkan air untuk menyerap ke dalam agregat, sehingga perlu diperhitungkan besarnya koreksi jumlah air yang ditambahkan agar dapat menjadikan agregat dalam keadaan SSD. Pada penelitian ini koreksi jumlah air tidak diperhitungkan, sehingga pada saat pengecoran, air yang digunakan sesuai perhitungan *mix design* masih belum cukup untuk mencampur semua material, karena air sudah terserap ke dalam agregat. Kurangnya air saat pengadukan didalam molen menghasilkan gumpalan-gumpalan material. Gumpalan-gumpalan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2

Gambar 2 Kondisi Adukan Beton Sebelum Penambahan Air

Akibat adanya gumpalan seperti terlihat pada Gambar 2, dapat dipastikan bahwa adukan beton masih kekurangan air dikarenakan agregat kasar dari tanah diatomae belum mencapai kondisi SSD, sehingga diperlukan penambahan air untuk menjadikannya dalam kondisi SSD. Kondisi adukan beton setelah penambahan air dapat dilihat pada Gambar 3

Gambar 3 Kondisi Adukan Beton Setelah Penambahan Air

Kuat tekan dan kuat lentur memiliki suatu hubungan yang saling mempengaruhi satu sama lain

sehingga dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tarik lentur dengan kuat tekan. Hubungan tersebut dapat diketahui dengan cara mensubstitusikan nilai rata-rata kuat tekan kedalam persamaan-persamaan hubungan kuat tekan dengan kuat lentur yang sudah dijelaskan pada subbab 2.9. Tujuannya adalah untuk mengetahui nilai kuat lentur prediksi, sehingga nantinya dapat dilihat nilai kuat lentur prediksi yang paling mendekati nilai kuat lentur hasil penelitian. Data hasil nilai rata-rata kuat tekan beton dengan agregat ringan tanah diatomae yang diperoleh dari penelitian rekan sekelompok yang menghitung *mix design* dan melakukan pengecoran disaat yang sama dalam satu molen dengan penelitian ini. Hasil perhitungan nilai kuat tarik lentur prediksi berdasarkan persamaan yang sudah dibahas pada subbab 2.9 dapat dilihat pada Tabel 10

Tabel 10 Hasil Perhitungan Kuat Tarik Lentur Prediksi

No.	Referensi	Variasi Benda Uji	
		KLD	SGKLD
Kuat Tekan ($f'c$)			
1	Kuat Tekan Rekan Sekelompok	17,599	15,368
Kuat Tarik Lentur (fr)			
1	Hasil Penelitian	2,861	2,549
2	Juki, dkk	3,499	3,181
3	ACI 318R-95	2,601	2,431
4	ACI 363R-92	3,943	3,685
5	Swamy and Lambert	3,400	3,207
6	Zang and Gjorv	3,424	3,200

Data hubungan antara kuat tekan dengan kuat tarik lentur dalam penelitian ini diplot dalam Gambar 6 bersama-sama dengan grafik hubungan tersebut yang direkomendasikan oleh peneliti lain, ACI 318R-95, dan ACI 363R-92 yang sudah dibahas pada sub bab 2.9.

Gambar 6 Grafik Hubungan Kuat Tarik Lentur dengan Kuat Tekan

Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur hasil penelitian berada antara nilai prediksi kuat lentur ACI 318R-95 dengan nilai prediksi kuat lentur Zhang and Gjorv. Nilai kuat lentur hasil pengujian lebih mendekati garis persamaan kuat lentur prediksi yang diberikan ACI 318R-95. Dengan demikian, hubungan kuat lentur hasil penelitian ini dengan kuat tekan dapat disajikan dalam bentuk persamaan yaitu $f_r = 0,62\sqrt{f'_c}$

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Hasil pemeriksaan sifat fisis agregat kasar buatan sudah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai pengisi beton ringan. Berat jenis dan berat volume rata-rata agregat variasi TDSG lebih rendah dibandingkan agregat variasi TD. Sedangkan hasil pemeriksaan sifat fisis pasir juga sudah memenuhi persyaratan yang berlaku.
2. Berat isi rata-rata yang didapatkan oleh beton variasi KLD (beton dengan agregat TD) lebih tinggi dibandingkan beton variasi SGKLD (beton dengan agregat TDSG) yaitu sebesar 1875,352 kg/m³, sedangkan beton variasi SGKLD mempunyai berat isi rata-rata sebesar 1804,050 kg/m³.
3. Hasil pengujian kuat lentur beton tertinggi diperoleh oleh beton variasi KLD bernama KLD₁₅ sebesar 3,090 MPa dengan rata-rata kuat lentur beton variasi KLD yaitu sebesar 2,861 MPa. Sedangkan rata-rata nilai kuat Tarik lentur beton variasi SGKLD yaitu sebesar 2,549 MPa.
4. Kuat tarik lentur dengan kuat tekan beton dengan agregat dari tanah diatomae memiliki suatu hubungan berbentuk persamaan yang ditetapkan ACI 318R-95 yaitu $f_r = 0,62\sqrt{f'_c}$

5.2 Saran

1. Proses pembakaran agregat sebaiknya dibakar menggunakan alat rotary kiln pada suhu 1000 °C. Hal ini bertujuan agar agregat terbakar dengan sempurna dan merata.
2. Proses membulat-bulatkan agregat sebaiknya menggunakan mesin pencetak. Hal ini bertujuan agar agregat yang dicetak berbentuk rapi dan padat.
3. Pada saat 1 x 24 jam sebelum pengecoran, disarankan untuk memeriksa kadar air yang terkandung dalam agregat ringan dari tanah diatomae. Hal ini bertujuan agar dapat dihitung besarnya koreksi jumlah air pada saat pengecoran nantinya.
4. Pada saat pengecoran disarankan menambahkan zat adiktif berupa *super plastizer* yang bertujuan agar mendapatkan nilai slump rencana, selain itu juga menambah *workability* pada saat pengecoran.

1. Daftar Kepustakaan

- [1] N. Purba, *Studi Beton Ringan dengan Agregat dari Tanah Diatomae*, Tugas Sarjana, Teknik Sipil FTS Unsyiah, 2018.
- [2] Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung, 2002. .
- [3] ACI Committee 213R-03, *Guide for Structural Lightweight Aggregate*, ACI Manual of Concrete Practice, American Concrete Institute, 2003.
- [4] Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung, 2002.
- [5] Standar Nasional Indonesia 03-3449-2002, *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung, 2002.
- [6] R. Demirboga, dan A.Kan, Design of Specific Gravity Factor of Artificial Lightweight Aggregate, *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*, **20**:139-144, 2013.
- [7] Standar Nasional Indonesia 03-2461-2002, *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2002.
- [8] Z. Korunic, V. Rozman, et al, Diatomaceous Earths, A Group Of Natural Insecticides, *J Stored Prod Res*, **34**:87-97, 1998.
- [9] M. I. Saifuddin, B. Edison, dan K. Fahmi, *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu terhadap Kuat Tekan Beton*, Jurnal Teknik Sipil, Program Studi Teknik Sipil, FT Universitas Pasir Pengaraian, 2013.
- [10] Standar Nasional Indonesia 4431-2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2011.
- [11] ACI Committee 211.2-98, *Standard Practice for Selecting Proportions fpr Structural Lightweight Concrete*, ACI Manual of Concrete Practice, American Concrete Institute, 1998.
- [12] M. I. Juki, M. Awang, et al, Relationship Between Compressive, Splitting Tensile and Flexural Strength of Concrete Containing Granulated Waste Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles as Fine Aggregate, *Journal of Advanced Materials Research*, **795**: 356-359, 2013.
- [13] J. A. Bogas, dan R. Nogueira, Tensile Strength of Structural Expanded Clay Lightweight Concrete Subjected to Different Curing Conditions, *Journal of Civil Engineering*, **18(6)**: 1780-1791, 2014.
- [14] Standar Nasional Indonesia 2461-2014, *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Struktural*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung, 2013.