

STUDI KARAKTERISTIK KUAT TEKAN DAN TARIK MATERIAL PVA-ECC
CHARACTERISTICS STUDY COMPRESSIVE STRENGTH AND TENSILE
STRENGTH OF PVA-ECC CONCRETE

Memed Timang Palembang, Herman Parung, A. Arwin, Amiruddin
Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar

Alamat Korespondensi

Memed Timang Palembang
Fakultas Teknik Jurusan Sipil
Universitas Hasanuddin Makassar, 90245
HP : 082348529456
Email : memedtimang@gmail.com

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS
MATERIAL Polyvinyl Alcohol- Engineered Cementitious Composites

Memed Timang Palembang¹, Herman Parung², A. Arwin, Amiruddin³

¹*Mahasiswa Pascasarjana Prodi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar*

²*Dosen Prodi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar*

³*Dosen Prodi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar*

ABSTRAK

Beton merupakan bahan bangunan dan bahan kontruksi yang penggunaannya semakin meningkat tetapi pemenuhan akan bahan baku beton semakin berkurang. Salah satu alternatifnya penggunaan material *Polyvinyl Alcohol- engineered Cementitious Composites* (PVA-ECC) dengan cara mengganti sebagian agregat halus dengan limbah abu terbang yang diambil dari sisa-sisa hasil pembakaran batu bara serta dengan penambahan serat PVA. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan, nilai modulus elastisitas material PVA-ECC dengan limbah abu terbang sebagai pengganti sebagian agregat halus. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Benda uji berupa kubus dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm. Mutu yang ditargetkan adalah 50 Mpa (45 ± 5 Mpa) dengan komposisi rasio berat campuran semen 1, fly ash 1.2 pasir 0.8, air 0.56, HRWR 0.012, serta PVA 2% dari total berat campuran. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas material PVA-ECC dilakukan pada umur 7,14 dan 28 hari. Nilai kuat tekan pada material PVA-ECC mengalami peningkatan sebanding dengan umur. Nilai kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari dengan berat sampel 0.258 kg adalah 33,9 Mpa, sementara kuat tekan pada umur 14 hari berat sampel 0.259 kg adalah 39,0 Mpa serta kuat tekan pada umur 28 hari diperoleh 44,6 Mpa dengan berat sampel 0.260 kg. Hasil tersebut diperoleh nilai modulus elastisitas pada umur 7 hari 18763,02 MPa, pada umur 14 hari nilai modulus elastisitasnya 20788,80 MPa, serta pada umur 28 hari nilai modulus elastisitasnya 21060,02 MPa. Nilai modulus elastisitas meningkat seiring dengan peningkatan kuat tekan. Nilai kuat tarik pada material PVA-ECC juga mengalami peningkatan sebanding dengan umur beton. Nilai kuat tarik rata-rata pada umur 7 hari dengan berat sampel 0.231 kg adalah 3,108 Mpa, sementara kuat tarik pada umur 14 hari berat sampel 0.229 kg adalah 3,547 Mpa serta kuat tarik pada umur 28 hari diperoleh 4,340 Mpa dengan berat sampel 0.234 kg. Kurva tegangan-regangan menunjukkan perilaku logam, menunjukkan karakteristik titik hasil pada tahap akhir elastis ketika mikro retak muncul pertama pada spesimen.

Kata kunci : PVA-ECC, abu terbang, kuat tekan, kuat tarik modulus elastisitas.

ABSTRACT

Concrete is a building material and construction materials whose use is increasing but the fulfillment of the staple concrete is decreased. One alternative that can be used is by using Polyvinyl Alcohol- engineered Cementitious Composites (PVA-ECC) material by replacing the portion of fine aggregate with fly ash taken from the remains of coal combustion products as well as the addition of PVA fibers. The purpose of this study was to determine the value compressive strength, elastic modulus PVA-ECC material with fly ash as a partial replacement of fine aggregate. The method used in this research was the experimental method. Test specimen was a form of a cube with a size of 50 mm x 50 mm x 50 mm. Quality targeted was 50 MPa (45 ± 5 MPa) with compositions 1 weight ratio mixture of cement, fly ash 1.2, 0.8 sand, water 0.56, HRWR 0.012, and PVA 2% of the total weight of the mixture. The Testing of compressive strength and elasticity modulus of PVA-ECC material was performed at the age of 7,14 and 28 days. The compressive strength of the PVA-ECC material was increased comparable to the age. The value of the average compressive strength at the age of 7 days with a weight of 0.258 kg samples was 33.9 MPa, while the compressive strength at 14 days with a weight 0.259 kg sample was 39.0 MPa and compressive strength at 28 days was obtained 44.6 Mpa with a weight of 0.260 kg sample. The results obtained were elastic modulus at the age of 7 days was 18763.02 MPa, at the age of 14 days was 20788.80 MPa, as well as at 28 days was 21060.02 MPa. Elastic modulus increases along with the increasing of compressive strength. The value of tensile strength on PVA-ECC materials also increased in proportion to the life of the concrete. The average tensile strength value at age 7 days with sample weight of 0.231 kg is 3,108 Mpa, while tensile strength at 14 days weight of sample of 0.229 kg is 3,547 Mpa and tensile strength at age 28 day obtained 4,340 Mpa with sample weight 0,234 kg. The stress-strain curve shows the behavior of the metal, showing the characteristics of the result point in the final elastic stage when the micro crack appears first on the specimen.

Key word : PVA-ECC, fly ash, compressive strength, tensile strength, elactic modulus.

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

²Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan pembangunan infrastruktur merupakan dua hal yang saling berkaitan. Keberadaan perkembangan teknologi memicu pembangunan yang semakin berkualitas ke depannya. Salah satu material dalam pembangunan yang umum digunakan yakni beton. Selain karena sifatnya yang kedap air dan mudah dibentuk, beton juga mempunyai harga yang relatif terjangkau. Penggunaan beton dalam konstruksi bangunan tentunya memerlukan perkembangan teknologi dari beton itu sendiri. Hal ini bertujuan agar diperoleh jenis beton yang baik dan berkualitas tinggi khususnya dalam menunjang pembangunan infrastruktur. Penentuan kualitas suatu beton diantaranya dapat dilihat pada kuat tekan dan modulus elastis dari beton tersebut. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas.

Di Indonesia telah digunakan beberapa jenis material beton seperti beton semen Portland, beton non pasir, beton bertulang dan lainnya. Namun, dunia sipil saat ini telah menemukan revolusi baru dengan material PVA-ECC (*Polyvinyl Alcohol- engineered Cementitious Composites*). Material ini merupakan campuran dari air, semen, fly ash, agregat

halus(pasir). Keuntungan dari jenis material ini adalah tingkat keretakan mikro. Jenis material ini umumnya belum banyak digunakan di Indonesia. Untuk itu perlu dilakukan pengenalan tentang kuat tekan dan modulus elastis jenis material ini.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan dan tarik serta modulus elastis dari material PVA-ECC (*Polyvinyl Alcohol- engineered Cementitious Composites*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen sebagai bahan ikatnya, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah lainnya. Beton didefinisikan sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya (Nawy, 1990). Murdock dan Brook (1986) secara jelas menyebutkan bahwa beton adalah suatu bahan bangunan dan bahan konstruksi, yang sifat-sifatnya dapat ditentukan lebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang teliti terhadap bahan-bahan yang dipilih.

Semakin banyaknya pemakaian beton didalam industri konstruksi maka semakin banyak

pula usaha untuk membuatnya semakin canggih dan semakin ekonomis. Kecanggihannya itu dinyatakan dalam pembuatan beton dengan mutu yang tinggi, sementara biaya berusaha ditekan serendah mungkin. Selain itu ada usaha untuk memanfaatkan sifat-sifat beton yang belum terungkap sebelumnya.

Dari segi ekonomis kita lihat bahwa bagian yang termahal dari beton adalah semen dan penulangannya. Dengan segala macam usaha maka kedua jenis bahan tadi diusahakan untuk diganti atau dikurangi pemakaiannya. Dengan adanya industri, maka sisa limbah industri seperti debu batu (*fly ash*) berusaha untuk dimanfaatkan, daripada menjadi perusak lingkungan.

Target kinerja utama dalam desain ECC adalah daktilitas elastis. Di bawah beban tarik, berbeda dengan beton normal di mana celah yang tidak stabil tunggal berkembang menjadi sebuah bidang yg runtuh, karakteristik dari ECC adalah pengembangan dari beberapa mikro-retak yg stabil, dijembatani oleh fibers/serat. Sebagai bentuk mikro-retak, fiber dalam matriks menjembatani retak, mencegahnya dari penyebaran menjadi bidang yg runtuh. Akibatnya, kurva tegangan-regangan dari ECC menunjukkan respon pseudo-regangan-pengerasan dengan ratusan kali daktilitas dari beton normal. Kurva tegangan-regangan menunjukkan perilaku logam, menunjukkan karakteristik titik hasil pada tahap akhir elastis ketika mikro-retak muncul pertama pada spesimen. Istilah "pseudo" digunakan karena meskipun kinerja makroskopik ECC dalam rezim kaku (tidak elastis) sangat mirip dengan strain-pengerasan yang diamati pada logam, mekanisme mikromekanik bertanggung jawab sepenuhnya berbeda. Peningkatan berikutnya dalam hasil beban dalam kenaikan deformasi tarik (pengerasan regangan), dan kegagalan akhir terjadi ketika salah satu dari beberapa retakan membentuk sebuah bidang patahan. Perilaku mikro-retak beberapa dari ECC tergantung pada hukum serat retak yang menjembatani, dan pada tingkat heterogenitas dalam materi. Retak situs inisiasi biasanya di kelemahan material, yang dalam sebagian besar kasus gelembung udara terperangkap (void). Perilaku inisiasi retak karena dipengaruhi oleh distribusi ukuran dan tata ruang dari void di material tersebut.

2.2 Material Penyusun PVA ECC

Material penyusun ECC yaitu semen portland, air, pasir, HRWR, fly ash (abu terbang) kemudian ditambahkan dengan serat PVA (*Polyvinyl Alcohol*).

2.3 Perilaku Beton

Salah satu sifat beton sebelum mengeras (beton segar) adalah kemudahan pengerjaan (*workability*). *Workability* adalah tingkat kemudahan pengerjaan beton dalam mencampur, mengaduk, menuang dalam cetakan dan pemadatan

tanpa homogenitas beton berkurang dan beton tidak mengalami *bleeding* (pemisahan) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan.

Workability akan lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut:

- Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan.
- Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogen, selalu mengikat (koheren), dan tidak mengalami pemisahan butiran (*segregasi dan bleeding*).
- Compactibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.
- Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

Kekuatan desak adalah kemampuan beton untuk menerima gaya desak persatuan luas. Kuat desak beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Rumus yang digunakan pada persamaan dibawah ini untuk mendapatkan nilai kuat desak beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut (Antono, 1995):

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

Dimana f'_c = kuat desak (MPa)
 P = beban desak (N)
 A = luas penampang benda uji (mm^2)

Kekuatan tarik (*tensile strength*, *ultimate tensile strength*) adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Uji kuat tarik langsung dilakukan dengan membuat benda uji dalam bentuk seperti jam pasir/ *dogbone*, nilai kuat tarik yang diperoleh dihitung dari besar beban tarik maksimum (N) dibagi dengan luas penampang yang terkecil (mm^2).

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

Dimana f = kuat Tarik (MPa)
 P = beban tarik (N)

$A =$ luas penampang benda uji (mm^2)

Tolak ukur yang umum dari sifat elastis suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari desakan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang, sebagai akibat dari desakan yang diberikan itu (Murdock dan Brook, 1986). Berbeda dengan baja, maka modulus elastisitas beton adalah berubah-ubah menurut kekuatan. Modulus elastisitas juga tergantung pada umur beton, sifat-sifat dari agregat dan semen, kecepatan pembebanan, jenis dan ukuran dari benda uji (Wang dan Salmon, 1986).

Perhitungan modulus elastisitas beton secara umum dapat dituliskan pada persamaan sebagai berikut (Antono, 1995):

$$E = \frac{F}{\varepsilon}$$

$$f = \frac{P}{A_0}$$

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Keterangan: E = modulus elastisitas betondesak (MPa)
 F = tegangan (MPa)
 = regangan
 P = beban desak (kg)
 A_0 = luas tampang beton (cm^2)
 l = panjang (yang memendek) waktu ada tegangan (cm)
 l_0 = panjang awal benda uji (cm)
 l = perubahan panjang benda uji (cm)

2.4 Penelitian terdahulu

Penelitian terkait ECC telah dilakukan oleh Tambusay, dkk 2014, Tambusay, dkk 2015a, tambusay, dkk 2015b, dst. Pengujian struktur hubungan plat kolom pada struktur flat slab dengan menggunakan beton mutu tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material ECC dapat meningkatkan kinerja struktur ke level daktail.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian dilaboratorium sesuai dengan data-data dari

studi pustaka baik Standar Indonesia SK SNI maupun standar asing yaitu ASTM. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah adanya perkuatan dengan penambahan fiber pada campuran adukan material PVA ECC sedangkan variable terikat dalam penelitian ini adalah nilai kuat tekan dan besarnya modulus elastisitas material PVA ECC. Benda uji dibuat dengan material yang terdiri dari semen, pasir, fly ash (debu batu), air, dan fiber serta HRWR sebagai bahan tambahan, dimana fiber ditambahkan 2 % terhadap volume campuran. Jumlah sampel sebanyak 6 buah. Tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian adalah 1) Persiapan, 2) Pengujian karakteristik agregat, 3) Pembuatan rencana adukan, 4) Pembuatan benda uji, 5) Perawatan benda uji, 6) Pengujian benda uji, 7) Analisis data, dan 8) Pengambilan kesimpulan.

3.2 Proporsi Campuran Materil PVA ECC (Mix Design)

Dalam serangkaian tes elastis langsung dilakukan oleh Li, Maalej et al (1996), efek panjang serat (rasio aspek serat), antarmuka ikatan dan pengolahan kondisi pada volume yang berbeda dari serat baja yang telah dipelajari. Komposit dipelajari mengandung serat terputus secara random, dan perhatian khusus diberikan untuk kekuatan elastis dan daktilitas.

Hasilnya menunjukkan bahwa fraksi volume serat meningkat mengarah ke total porositas yang meningkat, yang dapat mempengaruhi beberapa microparameters pada campuran. Secara khusus, matriks modulus, ketangguhan, dan kekuatan ikatan antarmuka dapat dikurangi, dan ini memperkuat kebutuhan untuk menjaga total volume serat bawah 2%. Salah satu cara untuk meningkatkan kekuatan ikatan yang ditemukan menjadi getaran frekuensi tinggi selama pengecoran, yang meningkatkan kemas geometris. Peningkatan sifat komposit dicapai dengan penggunaan simultan dari serat yang lebih panjang, agen kopling, dan getaran frekuensi tinggi. Data penelitian menunjukkan bahwa fraksi volume serat yang berlebihan menyebabkan kerusakan obligasi antarmuka dan degradasi sifat matriks.

Tabel 3. 1 Rasio Campuran ECC

Bahan-bahan	Berat Jenis (Kg/m^3)	Rasio Berat
Semen	570	1
Fly Ash	684	1,2
Pasir	456	0,8

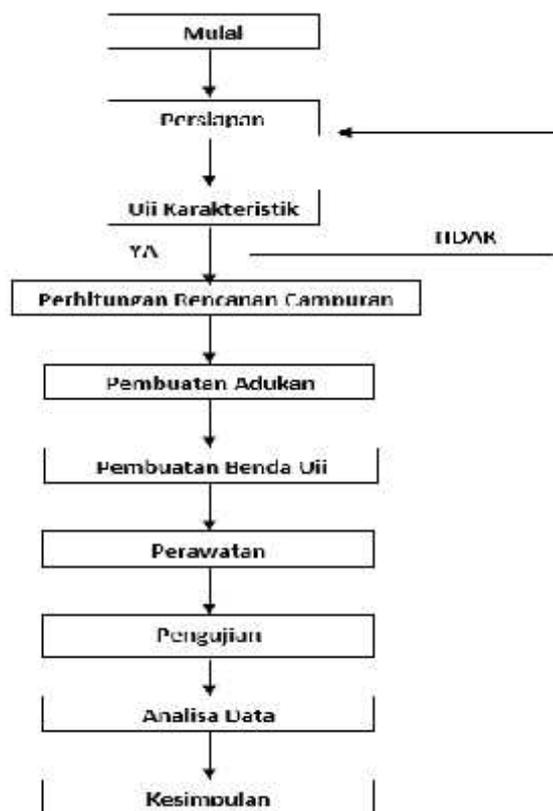
Air	319,2	0,56
HRWR	6,84	0,012
PVA	26	0,02 (2%)

3.3 Tempat Penelitian

kegiatan penelitian ini dilakukan di laboratoriu struktur dan material PT.WIKA (Wijaya Karya) BETON Makassar, Sulawesi selatan.

3.4 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian kuat tekan material PVA ECC seperti dibawah ini :



Gambar 3.1 Bagan alir tahap-tahap metode penelitian

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

Pada pembuatan sampel dan pengujian kami menggunakan peralatan, bahan dan tempat.

3.5.1 Alat

Alat-alat yang digunakan sebagai berikut:

- Cetakan kubus 50 mm x 50 mm x 50 mm
- Molen (mesin pengaduk)
- Mesin tekan
- Timbangan

3.5.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- Semen Portland
- Agregat halus pasir (Pasir alam sungai jeneberang)

- Air
- Debu batu (fly ash)
- Superplasticizer (HRWR)
- Serat (fiber) PVA (*Polyvinyl Alcohol*)

Dalam penelitian ini saya merencanakan membuat sejumlah benda uji PVA ECC berbentuk kubus ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm. Dengan kebutuhan tersebut saya memperhitungkan kebutuhan volume rencana untuk keseluruhan benda uji tersebut. Berikut perhitungan kebutuhan volume untuk 6 benda uji kubus:

Tabel 3.2 komposisi campuran @6 sampel

Bahan-bahan	Berat Jenis (Kg/m ³)	Rasio Berat	Berat 6 sampel (gr)
Semen	570	1	427,5
Fly Ash	684	1,2	615,6
Pasir	456	0,8	273,6
Air	319,2	0,56	134,064
HRWR	6,84	0,012	0,06156
PVA	26	0,02 (2%)	0,39

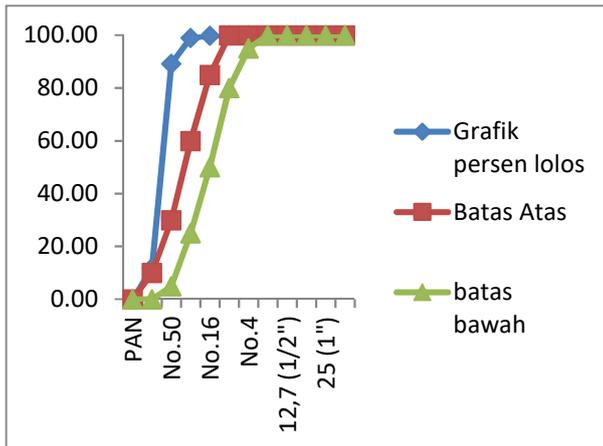
Tabel 33 komposisi campuran @6 sampel dogbone

Bahan-bahan	Berat Jenis (Kg/m ³)	Rasio Berat	Berat 6 sampel (gr)
Semen	570	0,5	213,75
Fly Ash	684	0,6	307,08
Pasir	456	0,4	136,8
Air	319,2	0,28	67,032
HRWR	6,84	0,006	0,03078
PVA	26	0,02 (2%)	0,145

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) yang berasal dari sungai bili-bili (Gowa). Berdasarkan pelaksanaan pemeriksaan agregat di laboratorium PT. Wijaya Karya, diperoleh hasil pemeriksaan karakteristik yang meliputi kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan agregat, analisa saringan dan modulus kehalusan, berat isi, gumpalan lempung dan kadar organik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.



Grafik 4.1 gradasi persen lolos agregat halus

Tabel 4.2 Nycon-PVA RECS15 Sifat Fisik

Diameter Filamen	8 Denier (38 Mikcro)
Panjang Serat	0,375'' (8 mm)
Berat Jenis	1,3
Kekuatan Tarik	240 ksi (1600 Mpa)
Kekuatan Lentur	5700 ksi (40 Gpa)
Titik Leleh	435°
Warna	Putih
Penyerapan Air	<1% dari berat
Tahan Alkali	Sangat baik
Permukaan Beton	mengikat
Tahan Korosi	Sangat baik

4.2 Rancangan Campuran PVA ECC (Mix Design)

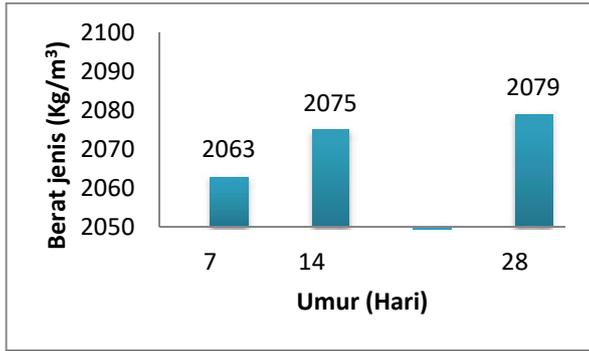
Tabel 4.3 komposisi campuran Material PVA 2% ECC

Bahan-bahan	Berat Jenis (Kg/m ³)	Rasio Berat	Berat 6 sampel (gr)
Semen	570	1	427,5
Fly Ash	684	1,2	615,6
Pasir	456	0,8	273,6
Air	319,2	0,56	134,064
HRWR	6,84	0,012	0,06156
PVA	26	0,02 (2%)	0,39

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan karakteristik Agregat

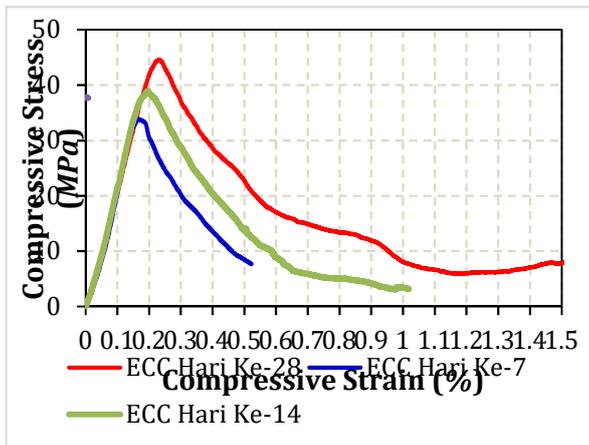
NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	STANDAR PENGUJIAN	HASIL PENGUJIAN	INTERVAL
1	Analisa saringan	ASTM C 33		
	Lolos 3/8"		100.00	100
	Lolos No.4		99.98	95-100
	Lolos No.8		99.91	80-100
	Lolos No.16		99.81	50-85
	Lolos No.30		98.98	25-60
	Lolos No.50		89.19	05-30.0
2	Lolos No.100	12.01	0-10	
	Gumpalan lempung dan materia mudah pecah	ASTM C 142	0.13%	< 1%
	kadar Organik	ASTM C 40	No.2 (Non Organik)	≤No.3
	Pelapukan Agregat	ASTM C 88	16.83%	<8% (5 Cycle)
	Material Lolos saringan 200	ASTM C 117	4.87%	<3.0 %
	Berat Jenis	ASTM C 128	2.52	
	Penyerapan agregat		1.74	0.2 %-2%
	Modulus Kehalusan	ASTM C 136	1.00	2.3-3.1 (natural)
	Persentase Agregat Dengan BJ	ASTM C 123	0.00%	<0.5% (Gs<2.0)
	Berat Isi (Kgs/Litre)	ASTM C 29-71	1.29	

4.3 Kuat Tekan

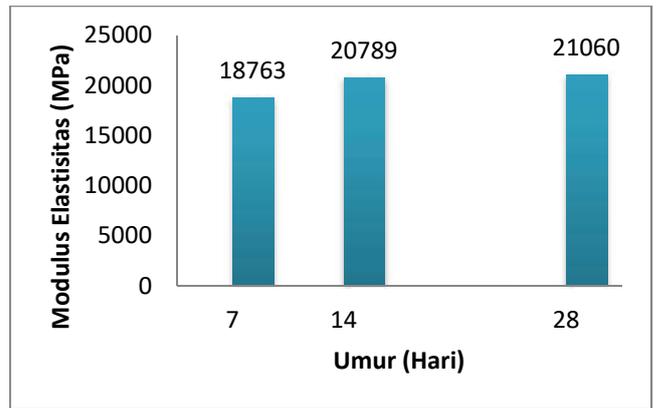


Grafik 4.2 Hubungan berat jenis dengan umur Material PVA ECC serat 2%.

Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat tekan material ECC fiber PVA 2%



Grafik 4.3 Hubungan Tegangan - Regangan Tekan ECC fiber PVA 2%



Grafik 4.4 modulus elastisitas material ECC PVA 2%

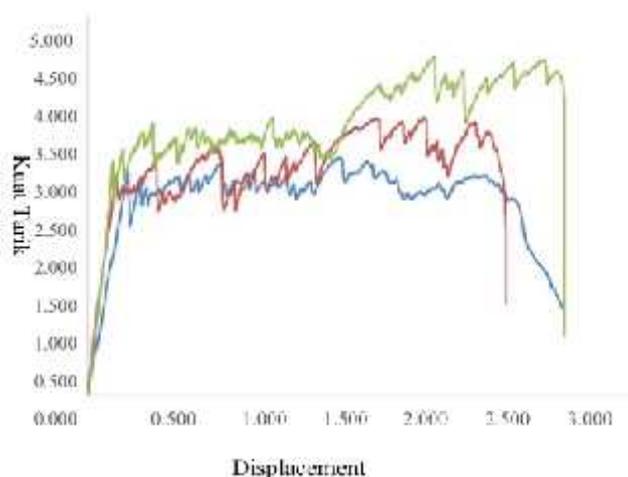


Grafik 4.5 Hubungan Modulus Elastisitas dan kuat tekan PVA ECC

Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat tarik material ECC fiber PVA 2%

Umur (Hari)	BERAT (Kg)	LUAS (mm ²)	VOLUME (mm ³)	BEBAN (N)	KUAT TEKAN (MPa)
7	0,231	2428	100450	8263,2	3,108
14	0,229	2428	100450	8842,4	3,547
28	0,234	2428	100450	9352,7	4,340

Umur (Hari)	BERAT (Kg)	LUAS (mm ²)	VOLUME (mm ³)	BEBAN (N)	KUAT TEKAN (MPa)
7	0,258	2500	125000	84631,3	33,9
14	0,259	2500	125000	97442,0	39,0
28	0,260	2500	125000	111566,4	44,6



Grafik 4.7 Data Hasil Kuat Tarik PVA-ECC

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas material PVA ECC, diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Hasil kuat tekan material PVA ECC yang diperoleh rata-rata pada umur 7, 14 dan 28 hari masing-masing 33,9 MPa, 39,0 MPa dan 44,6 MPa. Kuat tekan Material PVA ECC meningkat seiring pertambahan umur.
2. Nilai modulus elastisitas material PVA ECC yang diperoleh rata-rata pada umur 7, 14 dan 28 hari masing-masing 18763,02 MPa, 20788,81 MPa dan 21060,03 MPa. Berdasarkan dari nilai modulus elastisitas yang dihasilkan juga meningkat seiring dengan peningkatan kuat tekan.
3. Hasil kuat tarik material PVA ECC yang diperoleh rata-rata pada umur 7, 14 dan 28 hari masing-masing 3,108 MPa, 3,547 MPa dan 4,34 MPa. Kuat tarik Material PVA ECC meningkat seiring pertambahan umur. Berdasarkan dari nilai kuat tarik tersebut dapat dibuktikan teori bahwa nilai dari kuat tarik beton berkisar antara 9% - 15% dari nilai kuat tekannya.
4. Nilai modulus elastisitas material PVA ECC yang diperoleh rata-rata pada umur 7, 14 dan 28 hari masing-masing 18763,02 MPa, 20788,81 MPa dan 21060,03 MPa. Berdasarkan dari nilai modulus elastisitas yang dihasilkan juga meningkat seiring dengan peningkatan kuat tekan.

5.3 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka sebagai bahan pertimbangan, diajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi penggunaan serat PVA untuk mendapatkan nilai kuat tekan yang lebih optimal.

2. Penelitian selanjutnya sebaiknya jumlah benda uji diperbanyak lagi agar lebih akurat lagi data yang diperoleh.

6 DAFTAR PUSTAKA

Alfredo marchin (juli 2012), studi tekan beton normal mutu sedang dengan campuran abu sekam padi (RHA) dan limbah Adukan beton (CSO), Depok.

Asunta Maria H dan Siswandi (juni 2008), studi kuat tekan dan modulus elastisitas beton dengan agregat halus copper slag, Yogyakarta.

Gusanti winda (juli 2014), Tinjauan Kuat tekan dan modulus elastis beton dengan menggunakan limbah batu candi sebagai pengganti agregat kasar, Surakarta: Tiara wacana.

Herman philip (2011), *Material Properties of a new hybrid ECC under static and Dynamic loading*, New south wales.

Li Victor (august 2007), *Engineered Cementitious Composit (ECC) material struktur and durability Performance*, Michigan.

Lepech Michael (august 2008), *Large Scale Processing of Engineered Cementitious Composite*, Michigan.

Nugraha Paul dan Antoni (2007), Teknologi Beton dari material, pembuatan, kebeton kinerja tinggi; Penerbit Andi, Yogyakarta.

Rifky muhammad (2011), Tinjauan kuat tekan dan modulus elastis beton dengan menggunakan pasir normal dan pasir merapi serta penambahan pozzolan lumpur lapindo; Surakarta.

Rade maria.dkk (juni 2013), Pemeriksaan kuat tekan dan modulus elastis beton beragregat kasar batu ringan ape dari kepulauan talaud, Manado.

Tambusay, A., Suprobo, P., Faimun, Amiruddin, A.A. (2016). *“Finite Element*

Prediction on the Post-Punching Behavior of Slab-Column Connections". *Journal of Applied Mechanics and Materials*, Vol 851, pp 714–719. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMM.851.714.

Tambusay, A., Suprobo, P., Faimun, Amiruddin, A.A. (2016). "Analyses Behavior of Slab-Column Connections Using ECC Material Based on Finite Element Approach". *East-Asia Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-14)*. Ho Chi Minh, Vietnam

Tambusay, A., Suprobo, P., Faimun, Amiruddin, A.A. (2015). "Experimental Study of Engineered Cementitious Composite Material for Structural Application". *Proceeding of the 2nd Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE 2015)*, pp 171–177.

Tambusay, A., Suprobo, P., Faimun (2014). "Studi Eksperimental Perilaku Hubungan Pelat-Kolom Menggunakan *Drop Panel* dengan Serat PVA-ECC Terhadap Beban Siklik Lateral". *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) 2014*, pp 1 – 8, Bandung.