

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* PADA BETON RINGAN DENGAN TEKNOLOGI GAS TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK BELAH DAN MODULUS ELASTISITAS

Purnawan Gunawan¹⁾, Endang Rismunarsi²⁾, Aris Priyono³⁾

^{1), 2)}Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

³⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

Email :¹⁾purnawan@ft.uns.ac.id , ³⁾arispriyono1@gmail.com

Abstract

The weight of the concrete is determined by the density and volume of the concrete itself, to reduce the weight of the concrete in the same volume, reduction of the concrete density is needed. According to SNI-03-2847-2002, the lightweight concrete is concrete containing lightweight aggregate and has a unit weight with a density less than 1900 kg/m³. The value of lightweight concrete's compressive strength that ranges between 1 MPa to 15 MPa (Husin, A. and Setiadji, R. 2008) makes this concrete can't be used as structural concrete which has minimum compressive strength at 17.5 MPa. The solution conducted is to manufacture lightweight concrete with gastechnology by the addition of a wide variety amount of polypropilene fiber. Making this concrete is to add aluminium paste made by mixing aluminium powder and water into the mortar mixture and then added with variation amounts of polypropilene fiber. The research used is an experimental method and the theoretical analysis was done to support the final conclusions. The experiment object is cylinder 10 cm × 20 cm for modulus of elasticity, compressive strength, and split tensile strength's testing. The instrument used on this experiment is UTM (Ultimate Testing Machine). Results of this study was the maximum increasing compressive strength, split tensile strength, and modulus of elasticity, respectively 48,18% of the fiber content of 0,75%; 48,44% on the fiber content of 0,75%; and 59,47% on the fiber content of 0,75% compared with gas lightweight concrete without polypropilene fiber.

Keywords: *lightweight concrete, polypropilene fiber, compressive strength, split tensile strength, modulus of elasticity*

Abstrak

Berat beton ditentukan oleh berat jenis dan volume beton itu sendiri, untuk mengurangi berat beton pada volume yang sama perlu adanya pengurangan berat jenis beton. Menurut SNI-03-2847-2002 menyatakan bahwa beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan lebih kecil dari 1900 kg/m³. Kuat tekan beton ringan yang berkisar antara 1 MPa sampai 15 MPa (Husin, A. dan Setiadji, R. 2008) membuat beton ini tidak bisa digunakan sebagai beton struktural yang memiliki kuat tekan minimal 17,5 MPa. Solusi yang dilakukan adalah pembuatan beton ringan dengan teknologi *gas* dengan penambahan berbagai variasi kadar serat *polypropilene*. Pembuatan beton ini adalah dengan cara menambahkan *aluminium pasta* yang dibuat dengan pencampuran *serbuk aluminium dan air* kedalam adukan mortar kemudian ditambahkan berbagai variasi kadar serat *polypropilene*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan dilakukan analisis secara teoritis untuk mendukung kesimpulan akhir. Benda uji berupa silinder 10 cm x 20 cm untuk pengujian modulus elastisitas, kuat tekan, dan kuat tarik belah. Alat yang digunakan untuk pengujian adalah UTM (*Universal Testing Machine*). Hasil dari penelitian ini adalah peningkatan maksimum kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas berturut-turut sebesar 48,18% pada kadar serat 0,75%; 48,44% pada kadar serat 0,75%; dan 59,47% pada kadar serat 0,75% dibandingkan dengan beton ringan gas tanpa serat *polypropilene*.

Kata kunci : Beton ringan, serat *polypropilene*, kuat tekan, kuat tarik belah, modulus elastisitas

PENDAHULUAN

Dijaman sekarang ini beton menjadi salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan. Beton diminati karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan bahan yang lain, antara lain mempunyai kekuatan yang baik, bahan baku untuk penyusunannya mudah didapat, tahan lama, serta tidak mengalami pembusukan.

Berat jenis beton merupakan salah satu unsur yang diperhitungkan saat merencanakan struktur, karena berat jenis beton yang tinggi yaitu berkisar antara 2400 kg/m³ akan sangat berpengaruh terhadap pembebanan struktur. Untuk mengatasinya dibuat beton ringan dengan berat jenis yang lebih rendah dari berat jenis beton normal. Dalam pembuatan beton ringan tentu dimulai dari jenis agregat yang ringan juga. Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan lebih kecil dari 1900 kg/m³ (SNI-03-2847-2002).

Secara umum kekuatan tekan beton ringan yang berkisar antara 1 MPa sampai 15 MPa (Husin, A. dan Setiadji, R. 2008) memang lebih rendah dibandingkan beton normal yang mempunyai kekuatan 17,5 Mpa, sehingga beton ringan digunakan sebagai material non struktural seperti AC, wastafel, atau panel dinding lainnya yang beratnya relatif ringan. Hal ini menjadi masalah yang akan diangkat oleh peneliti untuk menambah dan meningkatkan kuat tekan dan tarik beton agar mencapai kekuatan material struktur sesuai yang disyaratkan. Salah satu solusi yang coba diangkat peneliti adalah dengan penambahan serat *polypropylene* pada beton tersebut.

RUMUSAN MASALAH

Untuk memperoleh pemahaman yang baik mengenai beton komposit berserat sintetis, maka perlu diketahui :

- Apakah beton masih termasuk kriteria beton ringan setelah ditambahkan serat *polypropylene*?
- Pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap nilai kuat tekan beton?
- Pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap nilai kuat tarik belah beton?
- Pengaruh penambahan serat *polypropylene* terhadap nilai modulus elastisitas beton?

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan analisis eksperimental terhadap perilaku mekanik beton dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan serat dan *Aluminium Pasta* terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton ringan berserat *polypropylene*.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan lebih kecil dari 1900 kg/m³ (SNI-03-2847-2002).

Beton Serat

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang dibuat dari campuran semen, agregat, air dan sejumlah serat yang disebar secara random. Prinsip penambahan serat adalah memberi tulangan pada beton yang disebar merata ke dalam adukan beton dengan orientasi random untuk mencegah terjadinya retakan-retakan beton yang terlalu dini di daerah tarik akibat panas hidrasi maupun akibat pembebanan (Soroshian dan Bayasi, 1987, Mediyanto, 2001).

Beton Foam

Beton *foam* adalah campuran antara semen, air, agregat dengan bahan tambah (*admixture*) tertentu yaitu dengan membuat gelembung-gelembung gas atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya (Husin, dan Setiaji, 2008).

Beton Ringan Foam Berserat

Beton ringan *foam* silinder berserat *Polypropylene* dengan kadar 0,75% dari volume beton pada kondisi normal memiliki peningkatan kuat tekan dan kuat tarik berturut-turut sebesar : 27,93% dan 60,38% (Nurmantian, 2014).

Beton Ringan gas

Dengan pemberian pasta aluminium dalam adukan maka akan timbul reaksi kimia yang melepas sejumlah gas dan setelah adukan mengeras maka terbentuk struktur berpori sehingga lebih ringan (Scheffler dan Colombo, 2005).

Aluminium pasta

Aluminium pasta adalah campuran serbuk aluminium yang dilarutkan dengan air, aluminium yang dicampurkan pada campuran beton akan bereaksi dengan silika dari pasir yang akan menghasilkan gas hidrogen. Dalam proses pengeringan gas hidrogen akan menguap ke udara kemudian digantikan dengan udara yang menghasilkan rongga udara pada beton (Samekto, 2001).

Serat Polimer Sintetis

Serat polimer sintetis (*synthetic polymeric fiber*) atau biasa disebut serat sintetis adalah serat yang dibuat oleh manusia dari hasil riset dan pengembangan dalam industri petrokimia dan tekstil (Balaguru dan Shah, 1992). Terdapat dua bentuk serat fisik, yaitu : serat filamen tunggal dan serat yang dihasilkan dari pita filamen. Sebagian besar aplikasi

serat sintetis memiliki volume 0,1%. Pada tingkat ini, kekuatan beton dan karakteristiknya tidak berpengaruh karena retakan bisa dikendalikan (*Cement and Concrete Institute*, 2001).

Serat Polypropilene

Serat *polypropylene* sering kali kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari diantaranya adalah plastik pembungkus makanan ringan, tali rafia, sedotan, kantong obat, dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini digunakan jenis serat polypropylene yakni berupa karung beras. Serat ini bersifat hidrofobik sehingga mempunyai kekurangan berupa karakteristik ikatan yang buruk dengan matrik semen, titik lebur yang rendah, mudah terbakar, dan modulus elastis rendah (*Cement and Concrete Institute*, 2001).

Pengujian

Kuat Tekan

Dalam perancangan komponen struktur beton bertulang, beton diasumsikan hanya menerima beban tekan saja. Dengan demikian, mutu beton selalu dikaitkan dengan kemampuannya dalam memikul beban tekan (atau istilahnya kuat tekan). dari benda uji tersebut dilakukan dengan Persamaan 1 (Tri mulyono,2003).

$$f_c : \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

dengan :

- f_c : Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa).
- P : beban maksimum (N)
- A : Luas penampang benda uji (mm²)

Kuat Tarik Belah

Pengujian Kuat tarik beton lebih sulit dibanding dengan pengujian kuat tekan beton. tersedia berbagai metode, dan yang paling sering digunakan untuk pengujian ini adalah pengujian silinder (nawy,1996). pengujian tersebut dilakukan dengan memberikan pembebanan padasisi silinder sampai pecah atau terbelah, Tegangan tarik yang timbul sesaat benda uji terbelah di sebut *split strength*, dihitung dengan persamaan 2 (Mudji Suhardiman, 2008).

$$f_t = \frac{2P}{\pi.Ls.D} \dots\dots\dots [2]$$

Dengan :

- f_t = kuat belah beton (N/mm²)
- P = beban maksimum yang diberikan (N)
- D = diameter silinder (mm)
- Ls = tinggi silinder (mm)

Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan beton menahan beban yang besar dengan kondisi regangan yang terjadi kecil. Untuk beton normal biasanya memiliki modulus elastisitas antara 25 KN/mm² - 36 KN/mm². Menurut Neville (2010), menyatakan bahwa modulus elastisitas beton di pengaruhi oleh modulus elastisitas agregat dan perbandingan volume dari agregat didalam beton. Modulus elastisitas yang sebenarnya atau modulus pada suatu waktu tertentu. dari hasil eksperimen dilaboratorium dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3-5 (Gunawan P, dkk, 2013).

Modulus elastisitas (E) = $\frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots [3]$

Dimana :

Tegangan (σ) = $\frac{P}{A} \dots\dots\dots [4]$

Regangan(ε) = $\frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots [5]$

Dengan :

- P = Beban yang diberikan (ton)
- A = Luas tampang melintang (mm²)

ΔL = Perubahan panjang akibat beban P (mm)

L = Panjang semula (mm)

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Tahap awal, dilakukan pengujian agregat yang akan digunakan untuk membuat benda uji. Benda uji berupa beton ringan gas silinder dengan ukuran 10cm x 20cm untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas dengan variasi kadar serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% dari berat volume beton. Benda uji masing-masing berjumlah 4 buah per variasi penambahan serat, dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Pengujian dilakukan setelah umur beton 28 hari, dengan menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*). Kemudian data yang diperoleh akan diolah menggunakan program *Microsoft Excel*.

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas

No	Kadar Serat <i>Polypropilene</i>	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0%	KTME PP-0	3
2	0,25%	KTME PP-0,25	3
3	0,5%	KTME PP-0,5	3
4	0,75%	KTME PP-0,75	3
5	1%	KTME PP-1	3

Tabel 2. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tarik Belah

No	Kadar Serat <i>Nylon</i>	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	0%	KTB PP-0	3
2	0,25%	KTB PP-0,25	3
3	0,5%	KTB PP-0,5	3
4	0,75%	KTB PP-0,75	3
5	1%	KTB PP-1	3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus dilaksanakan sesuai dengan tata cara dan standar pengujian yang terdapat pada standar ASTM-C. Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Standar	Kesimpulan
1	Kandungan zat organik	Kuning Muda	Kuning Tua	Memenuhi syarat
2	Kandungan lumpur	2%	Maks 5 %	Memenuhi syarat
3	<i>Bulk specific gravity</i>	2,6	-	-
4	<i>Bulk specific SSD</i>	2,66	2,5-2,7	Memenuhi syarat
5	<i>Apparent specific gravity</i>	2,75	-	-
6	<i>Absorbtion</i>	2,04%	-	-
7	Modulus Halus	3,48	1,5-3,8	Memenuhi syarat

Sumber : *) SNI 03 – 1969 – 1990 dan SNI 03 – 2417 – 1991

Hasil Perhitungan Rancang Campuran Adukan Beton

Perhitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode *trial error*, dari perhitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per 1 m³ yaitu :

Tabel 4. kebutuhan bahan per 1 m³

Pasir	1081 kg	
Semen	537 kg	
Fly Ash	107 kg	
Air	188 liter	
Pasta Alumunium	Serbuk Alumunium	0,06kg

	Air	0,18kg
--	-----	--------

Tabel 5. Kebutuhan bahan per 1 Benda Uji

Pasir		844 gr
Semen		1688 gr
Fly Ash		168 gr
Air		295 ml
Pasta Alumunium	Serbuk Alumunium	5 gr
	Air	15 gr

Hasil Pengujian dan Pembahasan Berat Jenis

Beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis kurang dari 1900kg/m³ (SNI-03-2847-2002Beton). Hasil pengujian berat jenis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis

No	Kadar Serat	Kode Benda	No Benda	Volume	Berat	Berat Jenis		
1	0%	KTME PP 0%	1	0,0016	2,90	1847,13		
			2	0,0015	2,89	1869,44		
			3	0,0015	2,91	1891,14		
		KTMB PP 0%	1	0,0016	2,89	1843,95		
			2	0,0015	2,90	1875,26		
			3	0,0016	2,89	1841,40		
				Rata-rata	0,0016	2,89	1861,39	
		2	0,25%	KTME PP 0,25%	1	0,0015	2,92	1861,38
					2	0,0015	2,99	1892,30
3	0,0016				2,92	1855,20		
KTMB PP 0,25%	1			0,0015	2,94	1800,23		
	2			0,0016	2,99	1848,93		
	3			0,0016	2,94	1854,26		
				Rata-rata	0,0016	2,95	1830,93	
3	0,5%			KTME PP 0,50%	1	0,0016	2,93	1836,64
					2	0,0015	2,94	1873,79
		3	0,0016		2,95	1892,30		
		KTMB PP 0,5%	1	0,0016	2,93	1861,38		
			2	0,0016	2,94	1818,52		
			3	0,0016	2,94	1852,26		
				Rata-rata	0,0016	2,99	1861,21	
		4	0,75%	KTME PP 0,75%	1	0,0016	2,97	1824,80
					2	0,0016	2,92	1824,15
3	0,0016				2,99	1879,99		
KTMB PP 0,75%	1			0,0016	2,97	1892,30		
	2			0,0016	2,92	1824,15		
	3			0,0016	2,94	1852,26		
				Rata-rata	0,0016	2,965	1855,05	
5	1%			KTME PP 1%	1	0,0016	2,908	1867,60
					2	0,0016	2,913	1818,60
		3	0,0016		2,965	1880,01		
		KTMB PP 1%	1	0,0016	2,908	1812,07		
			2	0,0016	2,913	1867,42		
			3	0,0016	2,929	1850,13		
				Rata-rata	0,0016	2,99	1879,99	

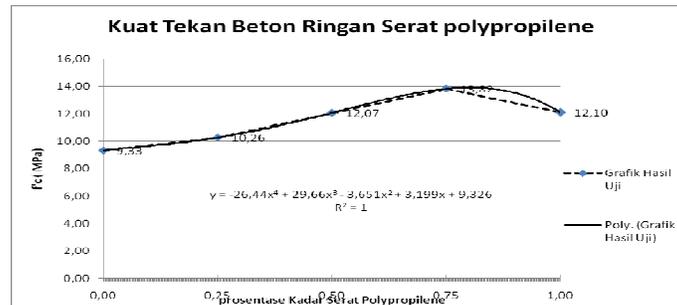
Berdasarkan hasil pengujian diatas diperoleh berat jenis berkisar 1800,23 kg/m³ sampai dengan 1892,00 kg/m³, sehingga beton tersebut termasuk beton ringan. Beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan dengan kepadatan dibawah 1900 kg/m³ (SNI-03-2847-2002).

Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 1.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Kadar Serat	Kode Benda Uji	No Benda Uji	Luas perm. (mm ²)	Uji Tekan (N)	f _c (MPa)
1	0%	KTME PP 0%	1	7850,00	63000	8,34
			2	7693,79	70000	9,46
			3	7693,79	75250	10,17
			Rata-rata		69417	9,33
2	0,25%	KTME PP 0,25%	1	8007,79	79100	10,27
			2	8007,79	77000	10,00
			3	7693,79	77700	10,50
			Rata-rata		77933	10,26
3	0,5%	KTME PP 0,5%	1	7850,00	87500	11,59
			2	7850,00	92700	12,28
			3	7850,00	93100	12,33
			Rata-rata		91100	12,07
4	0,75%	KTME PP 0,75%	1	8007,79	103600	13,45
			2	7850,00	108500	14,37
			3	7850,00	102900	13,63
			Rata-rata		105000	13,82
5	1%	KTME PP 1%	1	7850,00	101000	13,37
			2	7693,79	78700	10,63
			3	7850,00	92600	12,26
			Rata-rata		90767	12,10



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

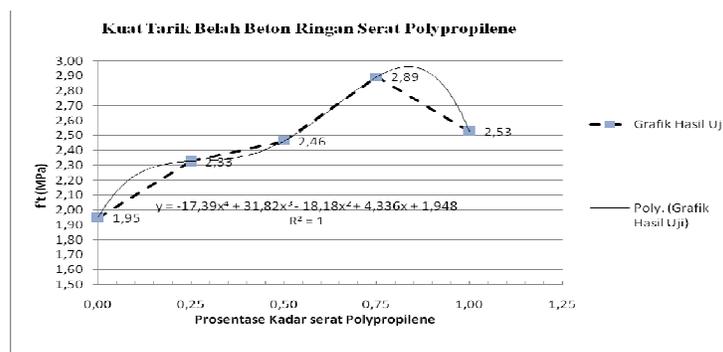
Hasil pengujian di atas mencapai titik maksimum pada kadar penambahan serat polypropylene sebesar 0,75% dari berat volume beton yaitu mencapai kuat tekan beton rata-rata 13,82 MPa. Secara lengkap pengaruh penambahan serat polypropylene sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari berat volume beton yang diuji pada umur beton 28 hari berturut-turut adalah 9,33 MPa; 10,26 MPa; 12,07MPa; 13,82 MPa; dan 12,10 MPa.

Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah beton ringan gas menggunakan *Universal Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum. Hasil pengujian kuat tarik belah dapat dilihat pada Tabel 8 dan Gambar 2.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

No	Kadar Serat	Kode benda Uji	No Benda Uji	Uji Tekan (N)	Ft (Mpa)
1	0%	KTB PP 0%	1	57800	1,91
			2	60000	2,00
			3	58400	1,93
			Rata-rata	58733	1,95
Lanjutan					
2	0,25%	KTB PP 0,25%	1	67500	2,23
			2	70000	2,33
			3	73500	2,41
			Rata-rata	70333	2,32
3	0,50%	KTB PP 0,5%	1	73500	2,43
			2	75600	2,50
			3	73800	2,44
			Rata-rata	74300	2,46
4	0,75%	KTB PP 0,75%	1	91000	2,98
			2	86200	2,85
			3	85700	2,84
			Rata-rata	87633	2,89
5	1,00%	KTB PP 1%	1	78700	2,62
			2	75600	2,50
			3	74900	2,46
			Rata-rata	76400	2,53



Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Hasil pengujian diatas mencapai titik maksimum pada kadar penambahan serat polypropylene sebesar 0,75% dari berat volume beton yaitu mencapai kuat tarik belah beton rata-rata 2,89 Mpa, Secara lengkap, pengaruh penambahan serat polypropylene sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari berat volume beton yang diuji pada umur beton 28 hari berturut-turut adalah 1,95 MPa; 2,32 MPa; 2,46 MPa; 2,89 MPa; dan 2,53 MPa.

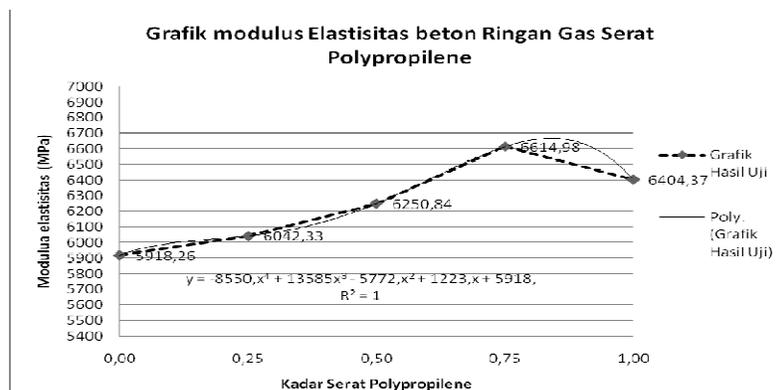
Hasil Pengujian dan Pembahasan Modulus Elastisitas

Pengujian menggunakan UTM dengan pembebanan secara konstan untuk mengetahui besar beban yang diterima sampai dengan beban maksimum (saat beton mulai retak) dan *extensometer* untuk mengetahui perubahan panjang yang terjadi. Hasil pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 3.

Tabel 9. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

No	Kadar Serat	Kode benda Uji	Ec (Mpa)	Ec Rata-Rata (MPa)
1	0%	PP 0 - 1	7090,50	5918,26
		PP 0 - 2	5555,65	
		PP 0 - 3	5108,64	
2	0,25%	PP 0,25 - 1	6453,99	6042,33

		PP 0,25 - 2	6443,34	
		PP 0,25 - 3	5229,65	
3	0,5%	PP 0,5 - 1	6354,18	
		PP 0,5 - 2	7071,19	6250,84
		PP 0,5 - 3	5327,15	
4	0,75%	PP 0,75 - 1	7999,60	
		PP 0,75 - 2	6559,54	6614,98
		PP 0,75 - 3	5285,81	
Lanjutan				
5	1%	PP 1 - 1	6571,78	
		PP 1 - 2	6292,68	6404,37
		PP 1 - 3	6348,63	



Gambar 3. Nilai Modulus Elastisitas pada Berbagai Variasi Kadar Serat *polypropilene*

Hasil pengujian diatas diperoleh nilai modulus elastisitas beton ringan Gas dengan penambahan kadar serat polypropylene sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% dari berat volume beton pada umur beton 28 hari berturut-turut adalah 5918,26 MPa, 6042,33 MPa, 6250,84 MPa, 6614,98 MPa, dan 6404,37 MPa.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian serta analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Berat jenis dari hasil pengujian paling maksimum ada pada beton ringan gas tanpa serat. Berikut adalah 3 benda uji dengan berat jenis paling besar yaitu KTME PP 0%-3, KTB PP 0%-2, dan KTME PP 0%-2, mempunyai berat jenis berturut-turut adalah 1891,14 kg/m³, 1875,26 kg/m³, dan 1869,44 kg/m³. Sehingga beton masih termasuk beton ringan karena berat jenis dibawah 1900 kg/m³.
- Nilai kuat tekan beton ringan Gas berdasarkan hasil pengujian laboratorium mengalami peningkatan paling maksimum adalah pada kadar penambahan serat polypropylene 0,75% dengan nilai kuat tekan 13,82 MPa, yaitu meningkat 48,18% dari beton ringan Gas tanpa serat.
- Nilai kuat tarik belah beton ringan Gas berdasarkan hasil pengujian laboratorium mengalami peningkatan paling maksimum adalah pada kadar penambahan serat polypropylene 0,75% dengan nilai kuat tekan 2,89 MPa yaitu meningkat 48,44% dari beton ringan Gas tanpa serat.
- Nilai modulus elastisitas beton ringan Gas berdasarkan hasil pengujian laboratorium mengalami peningkatan paling maksimum adalah pada kadar penambahan serat polypropylene 0,75%, yaitu meningkat dari 5918,26 MPa pada beton ringan Gas tanpa serat menjadi 6614,98 MPa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terelesainya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari orang tua, untuk itu kami ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Purnawan Gunawan, ST, MT dan Ir. Endang Rismunarsi, MT, selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan. Rasa terima kasih penulis sampaikan khusus tim beton gas yang pantang menyerah.

REFERENSI

- Anonim. 2002. SNI 03 2847 2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Antonius, M. et al. 2004. Kajian sifat mekanik dan kapasitas elemen structural beton ringan berserat aluminium. Penelitian Hibah Pekerti, UNS. Surakarta.
- Cement & Concrete Institute. 2001. Fibre Reinforced Concrete, Cement & Concrete Institute, Midrand.
- Gunawan P, Slamet P, dan Abdul Majid. 2013. pengaruh penambahan serat seng pada beton ringan dengan teknologi foam terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas, UNS, Surakarta.
- Husin A, Setiadji R. 2008. Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton. Pusat Litbang Permukiman. Bandung.
- Mulyono, T. 2003. Teknologi beton, UNJ, Jakarta
- Nurmantian. 2014. pengaruh penambahan serat seng pada beton ringan dengan teknologi foam terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas, UNS, Surakarta.
- Samekto, W. 2001. Teknologi Beton, Kanisius, Yogyakarta.
- Scheffler dan Colombo . 2005. Celluler Ceramic: Structure, Manufacturing, properties, and application.
- Soroushian, P. Lee, and Bayasi. 1987, "Consept of Fiber Reinforced Concrete". Michigan State University, Michigan.
- Suhardiman, Mudji. 2011. Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat tekan dan Kuat tarik Beton. Universitas Janabadra. Yogyakarta
- Tjokrodimuljo, K. 2007. Teknologi Beton, Teknik Sipil. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta