

PEMANFAATAN SERAT DARI RESAM SEBAGAI BAHAN TAMBAH DALAM PEMBUATAN BETON

Marbawi

Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email : *gunawanindra15@yahoo.co.id*

Indra Gunawan

Staf Pengajar Jurusan Teknik sipil Universitas Bangka Belitung

Email : *gunawanindra15@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Penambahan serat dalam adukan beton terbukti mampu meningkatkan kuat tarik beton. Untuk keperluan non struktur, secara terbatas material serat dapat digunakan dari bahan-bahan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat dari resam pada campuran beton terhadap peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan bagi industri bahan bangunan. Serat yang digunakan memiliki 5 variasi penambahan serat dari resam pada campuran beton, yaitu 0,5%, 1 %, 1,5 % dan 2 % per berat semen. sedangkan serat dari resam yang digunakan dengan panjang 3 cm. Umur beton yang digunakan sebagai perbandingan adalah 7 hari dan 28 hari. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat dari resam sebanyak 0,5 %, 1 %, 1,5 % dan 2 % pada campuran beton mampu meningkatkan: (1) kuat tekan beton, dengan peningkatan kuat tekan tertinggi dicapai oleh penambahan resam sebanyak 1 % yaitu 21,87 MPa dibandingkan dengan beton normal yaitu 21,40 MPa. (2) kuat tarik belah beton, dengan peningkatan kuat tarik belah tertinggi dicapai oleh penambahan resam sebanyak 1% yaitu 2,57 MPa dibandingkan dengan beton normal yaitu 2,47 MPa.

Kata kunci : *serat dari resam, kuat tekan, kuat tarik belah*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan dibidang struktur saat ini mengalami kemajuan yang demikian pesat. Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan akan sarana yang menunjang aktifitas seperti perkantoran, jalan, jembatan, tempat tinggal dan sarana lainnya, beton merupakan salah satu

pilihan sebagai bahan struktur dalam hal pembangunan.

Semakin pesatnya pembangunan di Indonesia, maka bahan-bahan bangunan yang digunakan untuk konstruksi beton seperti semen, pasir, agregat dan lain sebagainya, sedangkan bahan-bahan tersebut dialam sangat terbatas jumlahnya. Dengan perkembangannya sebagai bahan utama konstruksi, beton dengan mutu dan

penggunaannya yang khusus sangat dibutuhkan, hal ini seiring dengan semakin meningkatnya kebutuhan akan konstruksi beton yang bermutu tinggi sekaligus ekonomis.

Beton mempunyai kelebihan memiliki kuat tekan yang tinggi, dapat dibentuk sesuai apa yang diinginkan, mudah dalam perawatannya dan dapat digunakan untuk konstruksi ringan maupun berat, tetapi beton juga mempunyai kelemahan yaitu kekuatan tarik beton yang kecil membuat beton memiliki sifat getas, yang dapat mengakibatkan kegagalan secara tiba-tiba.

Bahan tambah adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Pemberiaan bahan tambah pada adukan beton dengan maksud untuk memperlambat waktu pengikatan, mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah daktilitas (mengurangi sifat getas), mengurangi retak-retak pengerasan, mengurangi panas hidrasi, menambah kekedapan, menambah keawetan dan sebagainya.

Salah satu bahan tambah beton ialah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fiber concrete*). Serat dalam beton berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil dari pada beton biasa dan untuk meningkatkan kekuatan tarik beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tarik akibat cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas.

Resam (*Dicranopteris linearis*) merupakan sejenis tumbuhan kumpulan

rumpai dari keluarga *Gleicheniaceae* yang banyak tumbuh di negara kita. Batang resam dapat dijadikan bahan baku kerajinan tangan anyaman resam. Setelah di ambil dari lokasi, batang resam langsung dikupas untuk kemudian dianyam menjadi produk kerajinan anyaman. Selain itu juga batang resam yang sudah dikupas dapat dijadikan sebagai tali, kelebihanya tidak mudah putus memiliki kuat tarik yang cukup kuat.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Satwarnirat, (2005) meneliti tentang pengaruh penambahan serat tandan kosong kelapa sawit terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
2. Sarjono W. dan Wahjono, (2008) meneliti tentang pengaruh penambahan serat ijuk pada kuat tarik campuran semen-pasir dan kemungkinan aplikasinya.
3. Rusyanto, (2012) meneliti tentang kajian kuat tarik beton serat bambu. Penelitian bertujuan untuk mengkaji peningkatan kuat tarik beton akibat penambahan serat bambu.
4. Eka D. dan Karolina R., (2013) meneliti tentang pengaruh substitusi tempurung kelapa (*endocarp*) pada campuran beton sebagai material serat peredam suara.
5. Elistantia E., (2013) meneliti tentang pemanfaatan purun sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton.

LANDASAN TEORI

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat

kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Macam-macam dan jenis beton menurut bahan pembentuknya adalah beton normal, bertulang, pra-cetak, pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton serat, dan lainnya. Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), diperlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen (Mulyono T., 2003).

Keuntungan dan kerugian pemakaian beton dalam suatu konstruksi dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya adalah sebagai berikut: (Mulyono, T., 2003).

1. Keuntungan:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu menerima kuat tekan.
- c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil.

2. Kerugian:

- a. Kemampuan menerima kuat tarik yang rendah, sehingga bagian konstruksi yang menerima gaya tarik harus diperkuat dengan baja tulangan.
- b. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
- c. Beton menyusut bila mengalami kekeringan.
- d. Konstruksi yang menggunakan beton memiliki daya pantul suara yang besar.

Salah satu bahan tambah beton ialah serat (*fiber*). Beton yang diberi bahan

tambah serat disebut beton serat (*fiber concrete*). Karena ditambah serat, maka menjadi suatu bahan komposit, yaitu beton dan serat. Serat dapat berupa asbestos, glass, plastik, baja atau serat tumbuhan-tumbuhan.

Maksud utama penambahan serat kedalam beton adalah untuk ;

- a. Menambah kuat tarik, karena beton merupakan bahan yang kuat tariknya rendah.
- b. Menambah daktilitas, karena beton merupakan bahan yang getas.
- c. Menambah ketahanan terhadap retak. Kuat tarik beton yang sangat rendah mengakibatkan beton mudah retak, yang pada akhirnya mudah dimasuki air, sehingga mengurangi keawetan beton.

Resam juga merupakan jenis *Pteridophyta* (paku-pakuan) yang besar yang biasa tumbuh pada tebing-tebing di tepi jalan di pegunungan. Tumbuhan resam juga merupakan sejenis pakis hutan yang hidup disekitar perkebunan karet.

Resam bisa dimanfaatkan menjadi bahan baku kerajinan anyaman yang bernilai jual. Hal ini karena resam memiliki sifat anti rayap dan tahan terhadap udara lembab yang mampu melebihi kekuatan rotan. Setelah di ambil dari lokasi, batang resam tersebut langsung dikupas kulit luar dan kulit dalam kemudian di anyam menjadi produk kerajinan anyaman. Selain itu juga batang resam yang sudah dikupas biasanya sering digunakan sebagai tali karena memiliki kuat tarik yang cukup kuat.

Tumbuhan resam yang akan digunakan sebagai bahan tambah dalam

pembuatan beton serat yaitu isi dari batang resam.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan pada pengujian yang akan digunakan antara lain Timbangan, Kompor, Cetakan, Talam, Sendok, Saringan, Batang Baja, pH meter, Mesin Pengguncang Saringan, Mesin Los Angeles, Alat uji *Slump*, Bak Perendam, Piknometer, Bak Pengaduk, Mesin Uji Tekan, Alat Uji Berat Belah.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian antara lain; Semen, Agregat Halus, Agregat Kasar, Air, Resam.

Pengujian Bahan

Pengujian bahan meliputi pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat, berat isi, kadar air, keausan agregat kasar.

Pengujian Air

Pengujian khusus air jarang dilakukan karena secara visual kita dapat menentukan layak atau tidaknya air tersebut. Karena keterbatasan alat yang ada di laboratorium, maka pengujian terhadap air hanya dibatasi pada pengujian pH. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan pH air secara kasar dengan menggunakan pH meter. pH yang diijinkan adalah minimal 4,5 dan maksimal 8,5.

Jumlah Benda Uji

Umur beton yang digunakan dalam penelitian adalah 7 dan 28 hari dengan komposisi penambahan resam 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% terhadap berat semen yang akan dipakai. Dari masing-masing campuran beton tersebut dibuat tiga benda uji. Maka jumlah kebutuhan benda uji ada sebanyak 45 buah.

Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan dengan menggunakan alat uji tekan beton (*Compressive Strength Test*) SNI 03-1974-1990).

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

dengan ;

$$f_c' = \text{Kuat tekan beton (kg/cm}^2\text{)}$$

$$P = \text{Beban maksimum (kg)}$$

$$A = \text{Luas penampang benda uji (cm}^2\text{)}$$

Pengujian Kuat Tarik Belah

Kuat tarik belah beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekanan mesin uji ditekan (SNI 03-2491-2002).

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi.L.D}$$

dengan ;

$$f_{ct} = \text{Kuat tarik belah (kg/cm}^2\text{)}$$

$$L = \text{Panjang benda uji (cm}^2\text{)}$$

$$P = \text{Beban benda uji (kg)}$$

$$D = \text{Diameter atau lebar benda uji (cm}^2\text{)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Agregat Halus

Tabel 1. Hasil rekapitulasi pengujian agregat halus

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1.	Analisa saringan - Lolos saringan no. 200 - Modulus kehalusan	SNI 03-1968-1990	-	5	0,20	%
			1,5	3,8	3,8	-
2.	Berat jenis - <i>Bulk</i> - SSD - <i>Apparent</i> - Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	2,5	-	2,520	gr
			2,5	-	2,553	gr
			2,5	-	2,605	gr
			-	3	1,297	%
3.	Berat isi - Lepas (silinder) - Padat (silinder)	SNI 03-1973-1990	0,4	1,9	1,264	gr/cm ³
			0,4	1,9	1,679	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	0,104	%

Dari hasil rekapitulasi pengujian, agregat halus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Hasil Pengujian Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1.	Analisa saringan - Lolos saringan no. 200 - Modulus kehalusan	SNI 03-1968-1990	-	1	0	%
			6	8	7,12	-
2.	Berat jenis - <i>Bulk</i> - SSD - <i>Apparent</i> - Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	2,5	-	2,670	gr
			2,5	-	2,680	gr
			2,5	-	2,696	gr
			-	3	0,358	%
3.	Berat isi - Lepas (silinder) - Padat (silinder)	SNI 03-1973-1990	0,4	1,9	1,226	gr/cm ³
			0,4	1,9	1,415	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	0,004	%
5.	Keausan agregat	SNI 03-2417-1991			32,2	%

Dari hasil rekapitulasi pengujian, agregat kasar memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Hasil Pengujian pH Air

Tabel 3. Pengujian pH air

No.	Uraian	Spesifikasi		Hasil	Suhu
		Min	Maks		
1	pH air Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung	4,5	8,5	5,461	28,2 °C

Maka air yang digunakan ini memenuhi syarat air untuk bahan campuran beton.

Hasil Perhitungan Proporsi Campuran Beton

Tabel 4. Perhitungan proporsi campuran beton

No	Uraian	Nilai
1.	Kuat tekan yang diisyaratkan	20 N/mm ² (umur 28 hari)
2.	Deviasi standar	7,0 N/mm ²
3.	Nilai tambah (margin)	12,81 N/mm ²
4.	Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	32,81 N/mm ²
5.	Jenis semen	Tipe I
6.	Jenis agregat: Kasar Halus	Batu pecah Pasir alami
7.	Faktor air semen	0,48
8.	Nilai <i>Slump</i>	60 - 180 mm
9.	Ukuran agregat maksimum	40 mm
10.	Kebutuhan air	185 lt/m ³
11.	Jumlah semen	385,417 kg/m ³
12.	Susunan butir agregat halus	Daerah gradasi susunan butir 1
13.	Persen agregat halus	40 %
14.	Berat jenis agregat campuran	2,629 gr
15.	Perkiraan berat beton	2360 kg/m ³
16.	Kebutuhan berat agregat campuran	1789,583 kg/m ³
17.	Kebutuhan agregat halus	715,833 kg/m ³
18.	Kebutuhan agregat kasar	1073,750 kg/m ³

Tabel 5. Hasil proporsi campuran beton setelah koreksi di lapangan untuk cetakkan benda uji.

Uraian	Semen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
Tiap m ³	385,417 kg	197,341 lt	707,293 kg	1069,949 kg
Proporsi campuran	1 kg	0,512 lt	1,835 kg	2,776 kg
Tiap 0,005 m ³ (1 silinder)	1,927 kg	0,987 lt	3,536 kg	5,350 kg
Tiap 0,053 m ³ (10 silinder)	20,427 kg	11,233 lt	37,487 kg	56,707 kg

Tabel 6. Hasil perhitungan campuran beton dengan penambahan serat dari resam per berat semen

Tiap 0,053 m ³ (10 silinder)	0%	0,5%	1%	1,5%	2%
Semen (kg)	20,427	20,427	20,427	20,427	20,427
Agregat Kasar (kg)	56,707	56,707	56,707	56,707	56,707
Agregat Halus (kg)	37,487	37,487	37,487	37,487	37,487
Air (lt)	10,459	10,459	10,459	10,459	10,459
Serat dari resam (kg)	0	0,102	0,204	0,306	0,409

Hasil Nilai *Slump*

Tabel 7. Hasil nilai *slump*

Tanggal pengujian	Serat dari resam per berat semen	<i>Slump</i> Rencana (cm)	<i>Slump</i> yang dapat (cm)	Keadaan cuaca
14-07-2014	0%	6 – 18	12	Mendung
15-07-2014	0,5%	6 – 18	11,7	Panas
16-07-2014	1%	6 – 18	13	Panas
17-07-2014	1,5%	6 – 18	12,3	Panas
18-07-2014	2%	6 – 18	12	Panas

Hasil nilai *slump* yang digunakan memenuhi *slump* rencana yaitu 6 – 18 cm, maka bisa dilanjutkan dengan pembuatan beton.

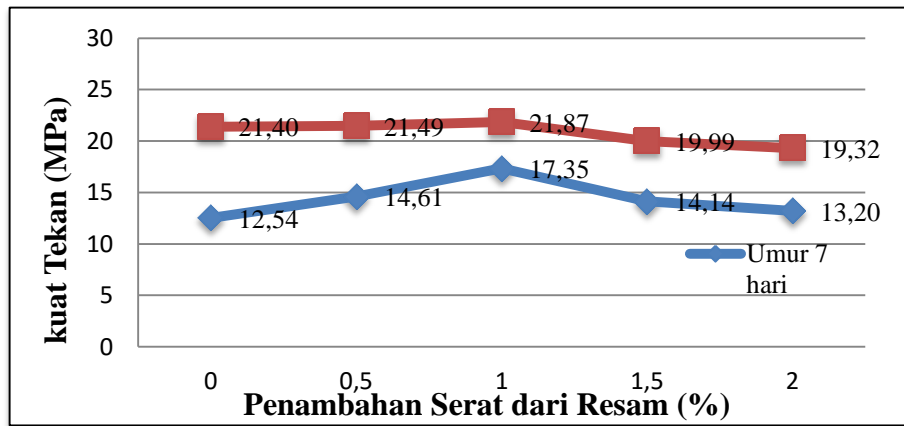
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari

Serat dari Resam	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (gram)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		Pembuatan	Pengujian						
0%	Bn1	14-07-2014	21-07-2014	7	176,786	12988	220	12,44	12,54
	Bn2				176,786	12215	215	12,16	
	Bn3				176,786	12230	230	13,01	
0,5%	Bs0,5a	15-07-2014	22-07-2014	7	176,786	12153	215	12,16	14,61
	Bs0,5b				176,786	12200	270	15,27	
	Bs0,5c				176,786	12211	290	16,40	
1%	Bs1a	16-07-2014	23-07-2014	7	176,786	12050	305	17,25	17,35
	Bs1b				176,786	12097	315	17,82	
	Bs1c				176,786	11756	300	16,97	
1,5%	Bs1,5a	17-07-2014	24-07-2014	7	176,786	12136	245	13,86	14,14
	Bs1,5b				176,786	11950	265	14,99	
	Bs1,5c				176,786	12050	240	13,58	
2%	Bs2a	18-07-2014	25-07-2014	7	176,786	11750	260	14,71	13,20
	Bs2b				176,786	12000	230	13,01	
	Bs2c				176,786	11650	210	11,88	

Tabel 9. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Serat dari Resam	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (gram)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
		Pembuatan	Pengujian						
0%	Bn1	14-07-2014	11-08-2014	28	176,786	12150	370	20,93	21,40
	Bn2				176,786	12154	395	22,34	
	Bn3				176,786	12050	370	20,93	
0,5%	Bs0,5d	15-07-2014	12-08-2014	28	176,786	12300	380	21,49	21,49
	Bs0,5e				176,786	12154	370	20,93	
	Bs0,5f				176,786	12250	390	22,06	
1%	Bs1d	16-07-2014	13-08-2014	28	176,786	12150	370	20,93	21,87
	Bs1e				176,786	12400	380	21,49	
	Bs1f				176,786	12000	410	23,19	
1,5%	Bs1,5d	17-07-2014	14-08-2014	28	176,786	12200	360	20,36	19,99
	Bs1,5e				176,786	12150	350	19,80	
	Bs1,5f				176,786	12100	350	19,80	
2%	Bs2d	18-07-2014	15-08-2014	28	176,786	12000	360	20,36	19,32
	Bs2e				176,786	11850	340	19,23	
	Bs2f				176,786	11825	325	18,38	

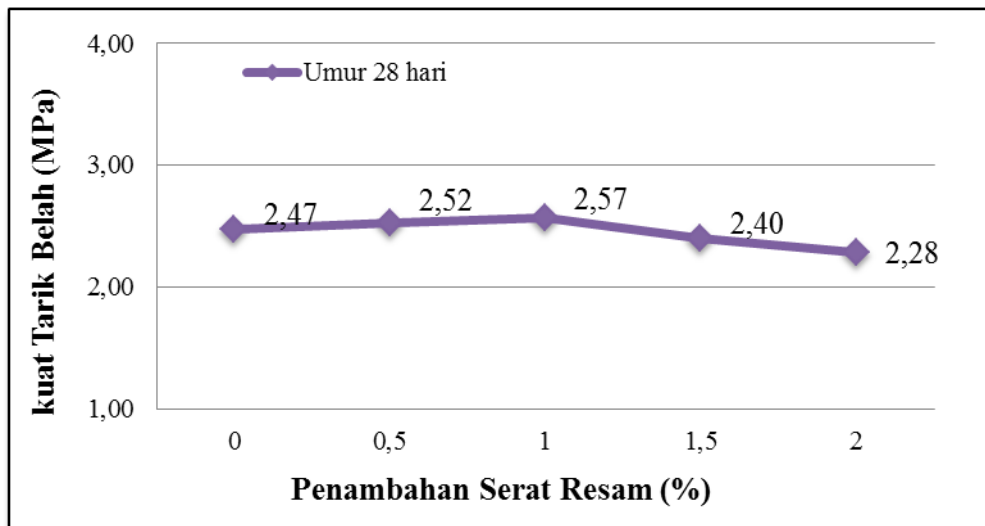


Gambar 1. Hubungan penambahan serat dari resam terhadap nilai kuat tekan beton

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tarik belah beton

Serat dari Resam	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (gram)	Gaya Tarik Belah (kN)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa)
		Pembuatan	Pengujian						
0%	Bn1	14-07-2014	11-08-2014	28	176,786	12350	180	2,54	2,47
	Bn2				176,786	12156	170	2,40	
	Bn3				176,786	12250	175	2,47	
0,5%	Bs0,5d	15-07-2014	12-08-2014	28	176,786	12154	180	2,54	2,52
	Bs0,5e				176,786	12250	185	2,62	
	Bs0,5f				176,786	12220	170	2,40	
1%	Bs1d	16-07-2014	13-08-2014	28	176,786	12000	175	2,47	2,57
	Bs1e				176,786	12350	190	2,69	
	Bs1f				176,786	11900	180	2,54	
1,5%	Bs1,5d	17-07-2014	14-08-2014	28	176,786	12000	165	2,33	2,40
	Bs1,5e				176,786	12185	175	2,47	
	Bs1,5f				176,786	12165	170	2,40	
2%	Bs2d	18-07-2014	15-08-2014	28	176,786	11850	155	2,19	2,28
	Bs2e				176,786	12100	165	2,33	
	Bs2f				176,786	11865	165	2,33	



Gambar 2. Hubungan penambahan serat dari resam terhadap nilai kuat tarik belah beton

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada umur 28 hari dihasilkan nilai kuat tekan beton maksimum pada persentase penggunaan resam 1 % per berat semen nilai kuat tekan yang dihasilkan yaitu 21,87 MPa dan mengalami peningkatan sebesar 2,20 % dibandingkan beton normal yaitu 21,40 MPa juga mengalami kenaikan sebesar 9,35% terhadap mutu beton rencana $f'c = 20$ MPa.
2. Pada umur 28 hari dihasilkan nilai kuat tarik belah beton maksimum pada persentase penggunaan resam 1 % per berat semen sebesar 2,57 MPa dan mengalami peningkatan sebesar 4,05 % dibandingkan dengan beton normal (0% per berat semen) yaitu 2,47 Mpa

Saran

1. Untuk pembuatan beton serat yang baik, perlu diperhatikan benar masalah kelecakan dalam pengerjaannya, sehingga diperoleh beton yang padat dan tidak keropos.
2. Ruang lingkup untuk penelitian ini masih bisa dikembangkan, yaitu serat dari resam dapat dipadukan dengan serat-serat alami yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum Pekerjaan Beton*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2004, SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1968-1990, *Analisis Saringan*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1969-1990, *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1970-1990, *Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1971-1990, *Kadar Air Agregat*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1972-1990, *Pengujian Slump Beton*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, Sni 03-2417-1991, *Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angles*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1973-1990, *Berat Isi Agregat*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2002, *Spesifikasi Umum Pekerjaan Beton*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2000, SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1990, SNI 03-2491-2002, *Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Jakarta.

Elistantia, Eliza. 2013, *Pemanfaatan Purun Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, Bangka Belitung.