

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KULIT KERANG BAMBU SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP NILAI KUAT LENTUR DAN POLA RETAK BALOK BETON BERTULANG DENGAN PENAMBAHAN ZAT KIMIA TIPE F (SUPERPLASTICIZER)

Taurina Jemmy Irwanto¹ dan Yunita Ayunda Putri²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura, Pamekasan

E-mail: jirone@gmail.com, rn.yunitaayunda@gmail.com

ABSTRAK: Kebutuhan yang meningkat akan beton menimbulkan berbagai inovasi dalam pemilihan material penyusunnya. Keberadaan kerang bambu atau yang lebih dikenal dengan istilah lorjuk (*solen vaginalis*), merupakan komoditas unggulan di Pulau Madura. Banyak penggunaan hanya seputar dagingnya saja, tetapi kulitnya dibuang begitu saja. Maka dari itu untuk mengatasi limbah kulit kerang bambu tersebut, diperlukan adanya sebuah inovasi baru seperti dalam pembuatan beton yang mana kulit kerang bambu digunakan sebagai campuran bahan penyusunnya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kulit kerang bambu sebagai pengganti sebagian semen pada balok beton bertulang dengan dan tanpa penambahan zat kimia tipe F (*superplasticizer*). Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui nilai kuat lentur dan pola retak pada balok beton bertulang dengan menambahkan zat additive pada campurannya, yang menggunakan sebanyak 4 sample dengan masing-masing variasi campuran 0%, 3%, 4%, dan 5%. Penelitian ini menggunakan metode pengujian *T-test one sample*, untuk menentukan nilai perbedaan dari hasil analisis dan hasil uji laboratorium yang membandingkan satu variabel bebas. Hasil dari penelitian ini nilai Pcr uji balok beton bertulang yang didapat adalah menerima H_1 dan menolak H_0 sehingga ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang terhadap Pcr uji pada saat terjadi keruntuhan balok.

Kata kunci: Kulit kerang bambu, superplasticizier, pola retak.

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu beban konstruksi suatu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pembangunan konstruksi saat ini karena beton banyak memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan bahan lain, harganya relatif murah, mudah dikerjakan, dan dibentuk, bahan baku penyusun mudah di dapat, tahan lama, tahan api, dan tidak mengalami pembusukan. Bahan pembuatan beton di dapat dari pencampuran agregat halus dan kasar yaitu pasir dan kerikil, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton secara langsung.

Secara Teknik, beton selalu dituntut untuk memenuhi tantangan akan kebutuhan bahan konstruksi, dimana beton yang dihasilkan biasanya diharapkan mempunyai kualitas dan daya tahan/kekuatan yang tinggi dengan mengabaikan nilai ekonomis dan lingkungannya. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan penyusun, metode pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperatur beton, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Kebutuhan yang meningkat akan beton menimbulkan berbagai inovasi dalam pemilihan material penyusunnya. Mengingat di Indonesia yang memiliki potensi sumberdaya hayati yang cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan kembali. Menurut Sulistiono dkk. (2001), menyatakan bahwa luas wilayah perairan laut Indonesia diperkirakan mencapai 5,8 juta km² dengan Panjang garis pantai 81.000 km². Wilayah ini telah diketahui memiliki potensi sumberdaya hayati yang cukup tinggi, termasuk sumberdaya hayati perairan. Sumberdaya perairan termasuk sumberdaya yang dapat pulih kembali, namun demikian diperlukan usaha-usaha pengelolaan agar

pengusahaan sumberdaya tersebut dapat berlangsung lestari.

Salah satu sumberdaya hayati perairan yaitu kerang bambu atau kerang pisau dengan nama latin *solen vaginalis*. Keberadaan kerang bambu atau yang lebih dikenal di Pulau Madura dengan istilah lorjuk (*solen vaginalis*), merupakan komoditas unggulan di Pulau Madura. Sejak dibuka aksesnya jembatan Suramadu, kebutuhan akan kerang ini semakin meningkat karena kerang ini merupakan bahan dasar dan tambahan bagi beberapa jenis makanan khas Madura seperti lorjuk goreng, rengginang lorjuk, kacang lorjuk, maupun campur lorjuk. Kebutuhan akan kerang pisau ini menyebabkan peningkatan penangkapan yang dilakukan oleh nelayan yang dekat dengan area keberadaan kerang bambu. Aktivitas penangkapan oleh nelayan yang berlebihan ini dan tanpa memperhatikan potensi melestarikan membuat keberadaannya terancam punah. Selain itu juga adanya aktifitas manusia dalam penambangan pasir laut yang merupakan habitat hidup kerang bambu tersebut serta menyebabkan kondisi habitat kerang bambu (*solen vaginalis*) untuk tumbuh dan berkembang biak akan mengalami tekanan dan keberadaan populasinya akan berkurang (Abida, 2003).

Karena banyaknya penggunaan kerang bambu ini, sehingga kulit kerang bambu itu sendiri semakin berlimpah dan hanya sebagian kecil yang memanfaatkan kulitnya untuk kerajinan dan sebagian besar lainnya dibuang begitu saja. Maka dari itu untuk mengatasi limbah kulit kerang bambu tersebut, diperlukan adanya sebuah inovasi baru seperti dalam pembuatan beton yang mana kulit kerang bambu digunakan sebagai campuran bahan penyusunnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dibutuhkan 12 buah benda uji pada usia beton 28 hari, yang semua benda uji perlakuannya dengan balok beton bertulang berukuran 150x150x60 mm dan mutu beton 25 Mpa, yang menggunakan campuran semen, pasir, dan kerikil dan menggunakan serbuk cangkang kerang bambu dengan variasi 0%, 3%, 4% dan 5% dengan jumlah benda uji sebanyak 3 buah pada setiap variasinya seperti yang dijelaskan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

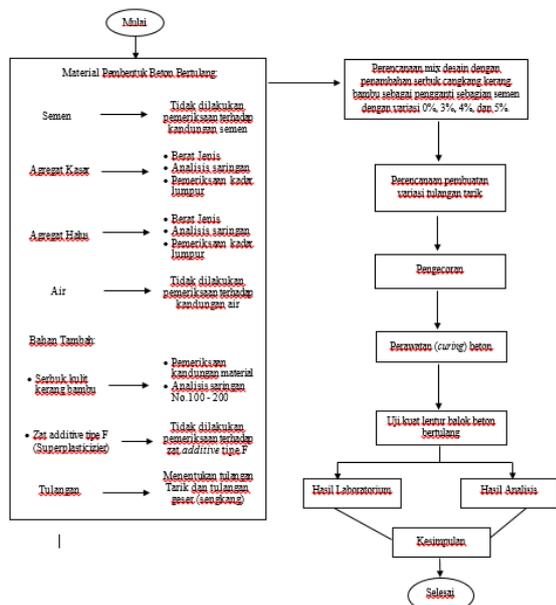
Tabel 1. Rancangan Benda Uji

Variasi Penambahan serbuk cangkang kerang bambu	Jumlah benda uji	Penamaan benda uji	Umur Pengujian (hari)
0%	3	A1	28 hari
		A2	
		A3	
3%	3	B1	
		B2	
		B3	
4%	3	C1	
		C2	
		C3	
5%	3	D1	
		D2	
		D3	
Jumlah Keseluruhan		12	

Tabel 2. Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Untuk 1 M³

Campuran Beton	Kebutuhan Bahan	Air (Liter)	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Serbuk Kerang Bambu (Kg)	Superplasticizer
f'c 25 Mpa	1 m ³	205	431.58	667.45	1043.97		
	1 sampel	3.04	6.4	9.9	15.50		
	1 zak semen	18.24	40.00	59.4	93		
	Campuran serbuk Kerang bambu	3%				0.25	
	4%				0.33		
	5%				0.41		
Superplasticizer	1% dari berat semen						4.3

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 maka dapat diketahui jumlah benda uji dan campurannya. Untuk rancangan penelitian aditunjukkan pada Gambar 1 bagan alir sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir penelitian

3. HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA

Dari hasil pengujian kuat tekan hancur beton didapat nilai seperti pada Tabel 3 berikut

Tabel 3. Kuat tekan hancur beton

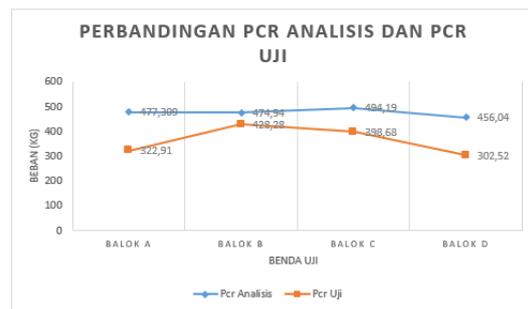
Nomor Benda Uji	Prosentase serbuk kerang bambu (%)	Berat Volume (kg/m ³)	Berat Volume Rata-rata (kg/m ³)	f'c (Mpa)	f'c Rata-rata (Mpa)
A1	0	2345.7	2296.0	21.663	23.0
A2	0	2280.8		22.626	
A3	0	2261.4		24.741	
B1	3	2245.3	2358.1	21.791	22.9
B2	3	2463.4		22.112	
B3	3	2365.5		24.881	
C1	4	2365.2	2299.5	24.912	23.6
C2	4	2187.6		23.615	
C3	4	2345.6		22.225	
D1	5	2432.1	2378.3	21.825	22.3
D2	5	2243.2		21.654	
D3	5	2459.6		23.452	

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium Beton dan Baja Universitas Madura

Dari hasil Tabel 3 maka kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 23.0 Mpa sedangkan kuat tekan yang direncanakan adalah 25 Mpa. Sedangkan untuk hasil kapasitas lentur pada saat retak awal terdapat pada Tabel 4 dan Gambar 2 berikut.

Tabel 4. Kapasitas Lentur Pada Saat Retak Awal

Nomor Balok	Serbuk kerang (%)	Mcr Analisis (kg/cm)	Pcr Analisis (kg)	Pcr Rata-rata (kg)	Pcr Uji (kg)	Pcr Uji Rata-rata (kg)
A1	0	1515.495	433.856	477.309	387.492	322.91
A2		1551.786	463.994		254.929	
A3		1633.479	534.077		326.309	
B1	3	1519.548	437.587	474.94	387.492	428.28
B2		1535.743	448.765		458.872	
B3		1637.639	538.467		438.478	
C1	4	1614.896	531.65	494.19	356.901	398.68
C2		1582.146	493.75		458.872	
C3		1556.577	457.18		377.295	
D1	5	1520.622	438.579	456.04	356.901	302.52
D2		1521.289	435.334		275.323	
D3		1594.605	494.203		275.323	

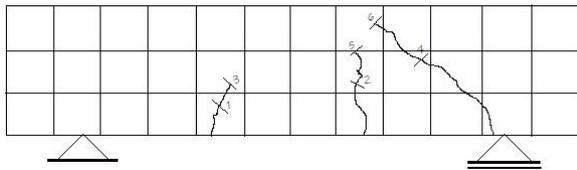


Gambar 2. Perbandingan grafik Pcr Analisa dan Pcr Uji

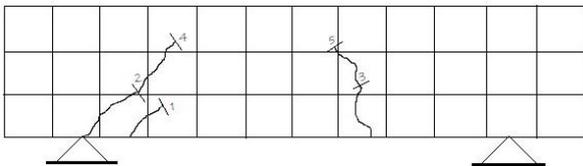
Pada Tabel 4 dan Gambar 2 didapat beban retak awal pada balok A dari hasil analisis menghasilkan beban yang lebih tinggi daripada dengan Pcr Uji yaitu sebesar 477.309 kg. Sedangkan untuk balok B kondisi retak awal terjadi pada beban 474.94 kg, hasil ini kurang lebih sesuai dengan hasil penelitian yaitu sebesar 428.28 kg. Begitu pula dengan balok C yang hasilnya kurang lebih sama dengan hasil penelitian yaitu sebesar 398.68 kg. Pada balok D hasil analisa lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yaitu sebesar 456.04 kg. Secara garis besar, beban retak awal dari hasil analisa dan hasil

penelitian relative sesuai, hanya saja pada balok D mengalami penurunan sebesar 41% dari hasil analisis.

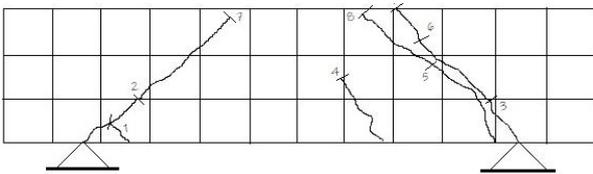
Perbandingan antara beban maksimum saat runtuh (Pn) dengan beban maksimum dari hasil pengujian (Pu uji) yang di bangkitkan oleh pompa hidraulik dapat di lihat pada tabel berikut yang juga memperlihatkan perbandingan momen ultimate hasil pengujian dan analisis perhitungannya. Dari nilai Pu uji pada saat runtuh tersebut didapat besarnya momen maksimum dari balok beton bertulang, yang kemudian hasil momen maksimum tersebut dibandingkan terhadap momen nominal dari balok dan dari hasil perbandingan momen tersebut bisa ditentukan jenis keruntuhan yang terjadi, selain dari hasil pengamatan pola retaknya. Seperti yang terlihat pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 berikut:



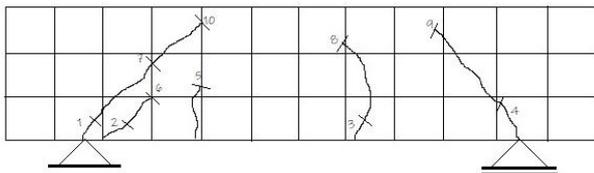
Gambar 3. Pola Retak Balok A



Gambar 4. Pola Retak Balok B



Gambar 5. Pola Retak Balok C



Gambar 6. Pola Retak Balok D

Berdasarkan Gambar 3 sampai Gambar 6 didapat variasi pola retak sedangkan nilai kapasitas lentur pada saat runtuh terdapat pada Tabel 5, perbandingan momen saat runtuh terdapat pada Tabel 6, dan jenis pola retak pada Tabel 7.

Tabel 5. Kapasitas Lentur Pada Saat Runtuh

Nomor Balok	Serbuk Kerang (%)	Pu Analisis (kg)	Pu Analisis rata-rata (kg)	Pu Uji (kg)	Pu uji rata-rata (kg)
A1	0	14675.6869	15663.2	9177.44	9619.32
A2		15381.6863		9687.3	
A3		16932.246		9993.22	
B1	3	14769.527	15603.1	9993.22	9891.25
B2		15004.86		9993.22	
B3		17034.883		9687.3	
C1	4	17057.61	16084.02	9075.47	8463.64
C2		16106.747		8361.67	
C3		15087.703		7953.78	
D1	5	14794.453	15150.26	9993.22	9585.33
D2		14669.089		9993.22	
D3		15987.248		8769.56	

Tabel 6. Perbandingan Momen Ultimate, Momen Nominal saat runtuh

Nomor Balok	Serbuk Kerang (%)	Beban runtuh (kg)	Reaksi tumpuan	Mu (kg.m)	Mn Teoritis (kg.m)	Mu/Mn	Jenis Keruntuhan
A1	0	9177.44	4588.72	259.107	512.634	0.51	Geser Tekan
A2		9687.3	4843.65	277.541	514.426	0.54	Geser Tekan
A3		9993.22	4996.61	312.299	517.874	0.60	Geser Tekan
B1	3	9993.22	4996.61	330.305	512.881	0.64	Geser tekan
B2		9993.22	4996.61	321.791	513.489	0.63	Geser tekan
B3		9687.3	4843.65	286.466	518.082	0.55	Geser tekan
C1	4	8871.53	4435.77	219.504	518.13	0.42	Geser Tekan
C2		8667.59	4333.79	325.896	516.12	0.63	Geser tekan
C3		9075.47	4537.74	306.96	513.70	0.59	Geser Tekan
D1	5	8871.53	4435.77	298.356	512.945	0.58	Geser Tekan
D2		8871.53	4435.77	347.089	512.612	0.68	Geser Tekan
D3		8769.56	4384.78	272.677	515.847	0.53	Geser Tekan

Tabel 7. Jenis Keruntuhan Berdasarkan Pola Retak

Nomor Balok	Prosentase Serbuk Kerang Bambu (%)	Jenis Keruntuhan
A1	0	Geser Tekan
A2		Geser Tekan
A3		Geser Tekan
B1	3	Geser tekan
B2		Geser tekan
B3		Geser Tekan
C1	4	Geser Tekan
C2		Geser tekan
C3		Geser Tekan
D1	5	Geser Tekan
D2		Geser Tekan
D3		Geser Tekan

Pada Tabel 5 sampai Tabel 7 didapat nilai pada balok A, B, C dan D terjadi keruntuhan geser tekan, dimana pola keretakannya terus merambat ke daerah tekan balok secara diagonal. Pada balok A dengan beban 90 kN, pola retak yang terjadi di daerah tumpuan sendi rol, dimana pola retaknya menunjukkan pola retak miring yang merambat secara diagonal ke arah daerah tekan balok. Retak dan pola kehancuran yang terjadi pada balok ini diperlihatkan pada lampiran gambar pola retak balok beton uji di Balok A1.

Pengujian Hipotesis

Penyelesaian pada pengujian hipotesis ini menggunakan program Microsoft excel dengan hasil

terdapat pada Tabel 7 sampai Tabel 9 serta pada Gambar 7 dengan hipotesis sebagai berikut .

H_0 : $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ (tidak ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang).

H_1 : $t_{hitung} > t_{tabel}$ (ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan oleh balok beton bertulang).

Menentukan significance level

α : 10%

Tabel 7. Hasil dari Pcr Analisa dan Pcr Uji

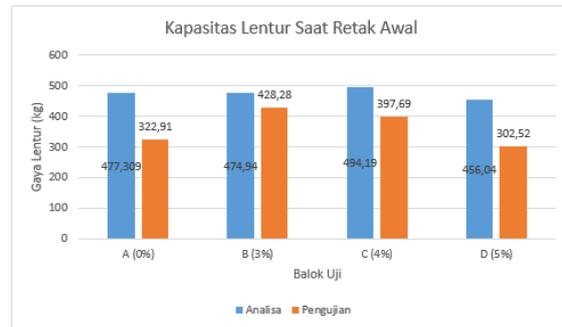
Nomor Balok	Pcr Analisa	Pcr Uji
A1	433.856	387.492
A2	463.994	254.929
A3	534.077	326.309
B1	437.587	387.492
B2	448.765	458.872
B3	538.467	438.478
C1	531.65	356.901
C2	493.75	458.872
C3	457.18	377.295
D1	438.579	356.901
D2	435.334	275.323
D3	494.203	275.323

Tabel 8. Hasil Output Menguji Nilai T-1 test

Hasil Output	Pcr Analisa	Pcr Uji
average	475.6201667	362.8489167
Satdev	41.07916825	70.03770236
standart error	11.85853443	20.21814316
mean hypotesis	400	400
Selisih	75.62016667	-37.15108333
menghitung nilai T-hitung	6.376856023	-1.837512132
nilai DF (degree of freedom)	11	11
menghitung p value uji student test 1 pihak (1 tailed)	2.62294E-05	0.046636755
menentukan t tabel uji 1 pihak pada DF N-1 dan probabilitas atau alpha	3.105806516	3.105806516
menentukan hipotesis diterima atau tidak	sig	no sig
menghitung P value uji student test 2 pihak (2 tailed)	5.24588E-05	0.09327351

Tabel 9. Hasil Ouput Menguji nilai T-2 test

Hasil Output	Pcr Analisa	Pcr Uji
menentukan t tabel uji 2 pihak pada DF N-1 dan probabilitas	2.71807918	2.71807918
menentukan batas bawah daerah penerimaan	475.589109	362.817859
menentukan batas atas daerah penerimaan	512.45048	425.642557
keputusan hipotesis uji 2 pihak	sig	No sig



Gambar 7. Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang

Retak awal yang muncul setelah pembebanan dilakukan merupakan retak halus vertikal yang berupa retak lentur ditengah bentang dan daerah bawah beban. Dari Tabel 7 dan Gambar 2. Didapat Pcr analisa < Pcr uji itu menandakan retak geser lentur yang terjadi dari perambatan diagonal retak lentur.

Pada balok A dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 0% menghasilkan Pcr uji sebesar 22%. Pada balok B untuk Pcr uji mengalami kenaikan sebesar 30% dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 3%. Pcr uji yang dihasilkan dari balok C sebesar 27% dengan pencampuran 4%, dan pada balok D mengalami penurunan sebesar 6% dengan pencampuran 5% serbuk kerang bambu. Besarnya Pcr uji dari tiap-tiap tipe balok tersebut menunjukkan kemampuan menahan beban dari balok tersebut berbeda pula.

Dari hasil Output menggunakan Ms. Excel baik dari nilai T-1 Test dan T-2 test pada Tabel 8. dan Tabel 9. Berdasarkan hasil perhitungan analisa varian nilai Pcr uji balok beton bertulang maka hasil yang didapat adalah $t_{hitung} > t_{tabel}$ hal ini menunjukkan menerima H_1 dan menolak H_0 yang artinya, ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang terhadap Pcr uji pada saat terjadi keruntuhan balok.

4. KESIMPULAN DAN SARAN KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada balok A dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 0% menghasilkan Pcr uji sebesar 22%. Pada balok B untuk Pcr uji mengalami kenaikan sebesar 30% dengan pencampuran serbuk kerang bambu sebesar 3%. Pcr uji yang dihasilkan dari balok C sebesar 27% dengan pencampuran 4%, dan pada balok D mengalami penurunan sebesar 6% dengan pencampuran 5% serbuk kerang bambu.
2. Pada balok A, B, C dan D terjadi keruntuhan geser tekan. Dimana pola keretakannya terus merambat ke daerah tekan balok secara diagonal. Pada balok A dengan beban 90 kN, pola retak yang terjadi di daerah tumpuan sendi rol, dimana pola retaknya menunjukkan pola retak miring yang merambat secara diagonal kearah daerah tekan balok. Dimana retakan tersebut terjadi setelah retak lentur geser terjadi, retak merambat lebih jauh ke dalam daerah tekan dengan naiknya beban. Retak ini juga merambat sebagai suatu retak sekunder menuju

tulangan tarik dan kemudian menerus secara horizontal sepanjang penulangan tersebut.

3. Berdasarkan hasil perhitungan analisa varian nilai Pcr uji balok beton bertulang maka hasil yang didapat adalah $t_{hitung} > t_{tabel}$ hal ini menunjukkan menerima H_1 dan menolak H_0 yang artinya, ada pengaruh penambahan serbuk kerang bambu terhadap beban yang mampu ditahan balok beton bertulang terhadap Pcr uji pada saat terjadi keruntuhan balok.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pola retak pada balok beton bertulang dengan menambah variasi benda uji dengan jenis material serta penambahan zat *additive* yang berbeda.
2. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang jauh lebih baik, sampel yang digunakan perlu lebih banyak lagi agar didapatkan data yang lebih bervariasi.
3. Penelitian ini juga dapat dikembangkan pada balok tinggi yaitu balok beton yang cenderung menahan pembebanan geser yang lebih dominan dibandingkan dengan beban lentur.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 150: *Standard Specification for Portland Cement*.
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Ringan Struktural (SNI 02-2461-2002)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004. *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)*. Jakarta.
- Dini, Restian. 2008. *Analisis Pengaruh Dimensi Balok dan Kolom Portal Terhadap Lebar Retak Pada Bangunan*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia, (PBI, 1971)*.
- Dipohusodo, I., 1994. *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit Pustaka Utama. Jakarta.
- Irwanto. J. Taurina, 2006. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulang Tanpa Tulangan Geser Beragregat Pumice (Batu Apung)*. Laporan Skripsi. Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang.
- SK SNI T-15-1991-03. Departemen Pekerjaan Umum R.I. Jakarta, 1991.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan*.

Halaman ini sengaja dikosongkan