

KAJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON KERTAS (*PAPERCRETE*) DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT *NYLON*

Edo Pratama

Email : edoprutama1209@gmail.com

Endang Setyawati Hisyam

Email : hisyam.endang@gmail.com

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Merawang, Kab. Bangka

ABSTRAK

Beton kertas adalah suatu material bangunan yang dibuat dengan kertas didaur ulang, pasir dan portland semen. Disebut beton kertas karena dalam penamaan standar internasional yang menyebut mortar juga sebagai crete walaupun memakai bahan mortar. Kertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas koran yang kemudian diolah menjadi bubuk kertas dengan tujuan untuk mempermudah dalam pengadukan campuran. Beton kertas sebagai salah satu alternatif beton ringan ramah lingkungan. Penelitian ini akan menunjukkan seberapa kuat tekan dan kuat tarik belah yang dimiliki beton kertas dengan beberapa variasi penambahan nylon. Penambahan nylon diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah, karena nylon mempunyai tingkat keuletan, ketahanan terhadap kelelahan dan abrasi, kekuatan dan daya tahan yang tinggi. Kuat tekan dan kuat tarik belah yang diperoleh diharapkan dapat menunjukkan sifat-sifat khusus dari beton kertas. Pada penelitian ini digunakan lima variasi penambahan nylon yaitu 0 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % dan 1 % terhadap jumlah berat semen. Adapun benda uji berbentuk silinder sebanyak tiga benda uji untuk tiap variasi. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dilakukan saat umur beton kertas 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan beton yaitu Compressive Strength Test. Data yang diperoleh dari uji kuat tekan dan kuat tarik belah beton kertas adalah beban maksimum yaitu pada saat beton hancur menerima beban maksimum tersebut, dari data tersebut maka dapat diperoleh nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton kertas dari masing-masing benda uji. Hasil penelitian diperoleh, nilai kuat tekan beton kertas umur 28 hari pada campuran beton dengan menggunakan serat nylon 0 % sebesar 0,561 MPa, 0,25 % sebesar 0,584 MPa, 0,50 % sebesar 0,708 MPa, 0,75 % sebesar 0,740 MPa, dan 1 % sebesar 0,918 MPa. Sedangkan hasil penelitian kuat tarik belah beton kertas umur 28 hari pada campuran beton dengan serat nylon 0 % sebesar 0,170 MPa, 0,25 % sebesar 0,189 MPa, 0,50 % sebesar 0,189 MPa, 0,75 % sebesar 0,198 MPa dan 1 % sebesar 0,209 MPa.

Kata Kunci: beton kertas, nylon, kuat tekan dan kuat tarik belah.

PENDAHULUAN

Penggunaan beton ringan pada proyek konstruksi teknik sipil memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah beratnya yang lebih ringan dibanding dengan material lain. Sebagai contoh penggunaan beton ringan pada dinding partisi akan

mengurangi beban konstruksi bila dibandingkan dengan menggunakan dinding bata. Salah satu jenis beton ringan yang dipakai adalah beton ringan dengan bahan pencampur kertas yang biasa disebut beton kertas (*papercrete*).

Beton kertas yang berupa campuran semen sangat baik sebagai peredam bunyi, lebih tahan terhadap api maupun jamur, dan anti terhadap serangga ataupun hewan pengerat. Selain itu, karena memiliki massa yang ringan dan lebih fleksibel dari pada batu atau beton biasa, maka material beton kertas sangat cocok sebagai bahan tahan gempa. Beton kertas bisa digunakan untuk beberapa bentuk seperti blok, panel, plesteran, acian dengan pemakaian dipompa, disemprot dan dilemparkan, dibuat seperti balok igloo, kubah, atau sebagai beton bertulang.

Beton kertas biasa digunakan sebagai komponen non-struktural seperti pengganti bata pada dinding, bahan lantai dan bermacam ornamen lainnya. Selain beratnya yang ringan, beton kertas juga memiliki kekuatan yang bagus. Beton kertas dapat diproduksi sendiri, dicetak atau dicor sesuai dengan bentuk dan kekuatan yang diinginkan. Di sisi lain penggunaan beton kertas perlu mempertimbangkan aspek keselamatan penggunaannya dan ramah lingkungan. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk menemukan kelebihan dan kekurangan beton kertas sesuai dengan kenyataan dalam uji coba yang akan dilakukan.

Bila dilihat dari sisi ramah lingkungan beton kertas jelas sangat cocok dalam upaya penyelamatan lingkungan karena memanfaatkan barang bekas yang terbuat dari hasil eksploitasi alam (kertas terbuat dari serat kayu). Pertimbangan lain dalam penggunaan beton kertas adalah mengenai keuntungan beton kertas yang dinilai lebih murah dan ramah lingkungan. Beton kertas terbuat hampir 50% dari kertas bekas dan

sisanya adalah campuran semen, pasir dan air. Hal ini yang menyebabkan beton kertas menjadi lebih murah, sebab mampu menghemat pembelian semen pasir hampir 50%. Beton kertas juga memiliki banyak variasi, selain campuran kertas bisa ditambah campuran lain, seperti serat asbestos, serat baja (*steel fiber*), *nylon*, dan plastic (*polypropylene*), serat kaca (*glass fiber*), dan serat tumbuh-tumbuhan (Bagus Cahyono 2011). Pada penelitian ini digunakan serat *nylon*.

Serat *nylon* mempunyai sifat yang sangat elastis dan liat sehingga diharapkan dapat memperbaiki sifat getas pada beton. Serat *nylon* juga mampu meningkatkan kekuatan beton (tekan, tarik, dan lentur), kedap air beton, daya tahan terhadap beban kejutan, daktilitas, kapasitas penyerapan energi, daya tahan beban berulang, dan daya abrasi, serta mengurangi retak-retak karena susut dan terjadinya korosi tulangan baja, memungkinkan adanya kekuatan beton setelah terjadinya keretakan. (Balaguru and Shah, 1992). Dengan demikian serat *nylon* sangat mungkin dapat dijadikan sebagai bahan tambah beton untuk meningkatkan sifat-sifat struktural beton.

Serat *nylon* merupakan nama generik dari polyamide (Hummel, 1998), termasuk jenis material polimer *thermoplastic* yang mempunyai kinerja tegangan regangan, seperti halnya serat polimer lain (rayon, bakelite, dan serat polimer tinggi lainnya), *nylon* memiliki struktur berhelai-helai (*filamentous*) dan berserat-serat (*fibrous*) dengan rantai molekul yang panjang (Nadai, 1950). Serat nylon terbuat dari bahan *nylon*, bahan tersebut tersedia dalam bermacam-macam bentuk. Serat ini

tersedia dalam bentuk yang sangat kecil, helaian serat ini per poundnya berjumlah sekitar 35 juta helai sedangkan panjang helainya sekitar 19mm (Balaguru dan Shah, 1992). Nylon stabil terhadap panas, hidrofiliis lembam dan resistan terhadap sejumlah material. *Nylon* sangat efektif untuk menambah resistensi terhadap tumbukan dan kekuatan serta mempertahankan dan meningkatkan kapasitas beban beton setelah retak pertama (Cement and Concrete Institute, 2001). Serat *nylon* memiliki sifat licin pada permukaannya, disamping itu kinerjanya sangat dipengaruhi oleh angka Poisson (Susilorini, 2007a).

Dilihat dari ketersediaan dan kelebihannya, maka secara teknis, penggunaan kertas dan *nylon* sebagai campuran pembuatan beton dapat digunakan sebagai efisiensi penggunaan semen dan sebagai upaya untuk pemanfaatan kertas.

Adapun masalah-masalah yang akan diteliti, yaitu:

1. Seberapa besar kuat tekan beton kertas (*papercrete*) berserat *nylon* dengan kadar serat 0% ; 0,25% ; 0,5% ; 0,75% ; dan 1% terhadap jumlah berat semen berserat *nylon*.
2. Bagaimana pengaruh *nylon* terhadap kuat tarik belah pada beton kertas.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui persentase penggunaan *nylon* yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum yang memenuhi standar.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan *nylon* terhadap kuat tarik belah beton kertas.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton ringan merupakan beton yang mempunyai berat jenis beton yang lebih kecil dari beton normal. Pada dasarnya, semua jenis beton ringan dibuat dengan kandungan rongga dalam beton dengan jumlah besar. Menurut SNI-03-2847-2002, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat jenis tidak lebih dari 1900 kg/m³. Oleh karena itu, berdasarkan cara mendapatkan beton ringan menurut Tjokrodinuljo, K., (1996), beton ringan dapat dibedakan menjadi 3 jenis dasar sebagai berikut:

1. Beton Agregat Ringan
2. Beton Busa
3. Beton tanpa agregat halus (non pasir).

Menurut Tjokrodinuljo, K., (2003), beton ringan adalah beton yang mempunyai berat jenis beton antara 1000-2000 kg/m³. Berdasarkan berat jenis dan pemakaiannya beton dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis dan Pemakaiannya

Jenis Beton	Berat Jenis Beton (kg/m ³)	Pemakaian
Beton sangat ringan	< 1000	Non struktur
Beton ringan	1000 - 2000	Struktur ringan
Beton normal	2300 - 2500	Struktur
Struktur beton berat	> 3000	Perisai sinar X

Menurut SK SNI 03-3449-2002 beton yang memakai agregat ringan atau

campuran agregat kasar ringan dan pasir alami sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan beton dengan berat jenis di bawah 1850 kg/m^3 dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan dengan tujuan structural kuat tekan minimum 17,24 MPa dan maksimum 41,36 MPa. Sedangkan

Sumber: *Tjokrodimuljo, K., (2003)*

beton isolasi adalah beton ringan yang mempunyai berat isi kering oven maksimum 1440 kg/m^3 . Dengan kuat tekan maksimum 17,24 MPa dan kuat tekan minimumnya adalah 6,68 MPa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis Beton Ringan Berdasarkan Kuat Tekan, Berat Beton, dan Agregat Penyusunnya.

Konstruksi Beton Ringan	Beton Ringan		Jenis Agregat Ringan
	Kuat Tekan (MPa)	Berat Isi (kg/m^3)	
Struktural. <ul style="list-style-type: none"> • Minimum • maksimum 	17,24 41,36	1400 1850	<ul style="list-style-type: none"> • Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan batu serpih, batu apung, batu sabak, terak besi atau abu terbang;
Struktural Ringan. <ul style="list-style-type: none"> • Minimum • maksimum 	6,89 17,24	800 1400	<ul style="list-style-type: none"> • Agregat mangan alami seperti scoria atau batu apung
Struktur Sangat Ringan, Sebagai Isolasi. <ul style="list-style-type: none"> • Minimum • maksimum 	- -	- 800	<ul style="list-style-type: none"> • Pendit atau vermikulit

Sumber : *SK SNI 03-3449-2002*

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

Biasanya, kuat tekan dilakukan terhadap benda uji berbentuk kubus berukuran 100 mm x 100 mm x 100 mm, atau kubus 150 mm x 150 mm x 150 mm, atau kubus 200 mm x 200 mm x 200 mm, atau dengan

benda uji berbentuk silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, atau silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm (BJBPI, 2008).

Penggunaan mutu kekuatan karakteristik rencana ditetapkan sesuai dengan kebutuhan struktur yang akan dibuat. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah (SNI 03-1974-1990).

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

$f'c$ = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Kuat Tarik Belah Beton

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 penekan mesin uji ditekan (SNI 03-2491-2002).

Menurut (BJBPJ, 2008), kuat tarik belah merupakan alternatif terhadap kuat tarik langsung dengan melakukan uji kuat tarik dengan gaya aksial secara langsung. Benda uji yang digunakan dalam pengujian kuat tarik belah adalah berupa silinder atau kubus sebagaimana yang digunakan untuk pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah umumnya menggunakan benda uji silinder.

Pada saat beban P mencapai maksimum, silinder atau kubus beton yang diuji akan terbelah. Pada umumnya nilai kuat tarik belah beton berkisar $1/8 - 1/12$ nilai kuat tekan beton. Kuat tarik belah dihitung sebagai berikut :

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

Keterangan :

f_{ct} = kuat tarik belah (kg/cm²)

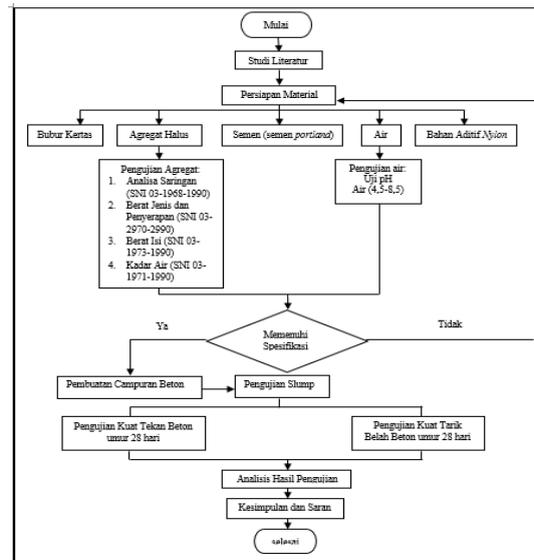
P = beban uji maksimum (kg)

L = panjang benda uji (cm)

D = diameter atau lebar benda uji (cm)

METODE PENELITIAN

Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Metode Pembuatan Bubur Kertas

Kertas yang digunakan dalam pembuatan bubur kertas adalah koran bekas. Berdasarkan uji awal yang dilakukan sebelumnya, maka langkah-langkah pembuatan beton kertas adalah:

1. Kertas yang akan dicampur air dipotong menjadi bagian-bagian kecil untuk memudahkan dalam penyerapan air.
2. Potongan kertas dimasukkan ke dalam ember berisi air dan direndam selama sekurang-kurangnya 1 hari.
3. Kertas yang telah direndam kemudian diaduk dengan menggunakan blender
4. Pengadukan dilakukan sampai diperoleh bubur kertas yang halus.

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan campuran adukan mortar beton kertas dilakukan setelah menyiapkan masing-masing bahan yang dipergunakan, kemudian mencampur dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.

1. Mengambil bahan-bahan pembentuk mortar yaitu semen, pasir dan bubuk kertas dengan perbandingan 1:2:2.
2. Mencampur semen, air, kertas dalam ember dengan alat bor pencampur. Hal ini dimaksudkan agar semen dan kertas dapat tercampur secara sempurna.
3. Menambahkan nylon (diameter 0,8 mm, panjang 40mm) pada adukan dengan kadar penambahan 0,25%; 0,50; 0,75%; 1,00% terhadap berat semen, masing-masing berjumlah 6 benda uji untuk setiap kadar penambahan.
4. Memasukkan adukan ke dalam alat cetak berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm (untuk penambahan nylon 0,00%). Adukan dimasukkan ke dalam cetakan secara berlapis dan dalam penelitian ini sebanyak 3 lapis, dan setiap lapisnya ditumbuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan stik besi.

5. Alat cetak dibuka setelah mengeras, pada penelitian ini dibuka pada waktu 1x24 jam.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengujian Berat Isi Beton Ringan

Pengujian berat isi kering beton ringan dilakukan pada umur beton 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder dapat dilihat pada Tabel 3. dan 4. berikut. Berat isi beton ringan kertas rata-rata yang dihasilkan pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 memperlihatkan bahwa berat isi beton yang dihasilkan termasuk dalam kategori berat beton ringan yang disyaratkan SNI 03-3449-2002, yaitu beton yang mempunyai berat isi dibawah 1850 kg/m³, sedangkan menurut Dobrowolski (1998), beton ringan mempunyai berat jenis di bawah 1900 kg/m³. Menurut Neville dan Brooks (1987), beton ringan mempunyai berat jenis di bawah 1800 kg/m³.

Tabel 3. Hasil Berat Isi Beton Ringan

Serat Nylon	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Volum e (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat Jenis Rata-rata (kg/m ³)	Jenis-jenis Beton Ringan
0%	Bn 1	28	14,69	29,83	5,000	0,0051	988,970	999,159	Struktur Ringan
	Bn 2	28	14,97	29,77	5,400	0,0052	1030,579		
	Bn 3	28	14,81	29,68	5,000	0,0051	977,926		
0,25%	Bk0,25 1	28	14,76	29,79	4,850	0,0051	951,500	954,684	Struktur Ringan
	Bk0,25 2	28	14,82	29,57	4,750	0,0051	931,228		
	Bk0,25 3	28	14,72	29,94	5,000	0,0051	981,325		
0,50%	Bk0,5 1	28	14,83	29,74	4,400	0,0051	856,524	898,421	Struktur Ringan
	Bk0,5 2	28	14,94	29,73	5,000	0,0052	959,365		
	Bk0,5 3	28	14,90	30,00	4,600	0,0052	879,375		
0,75%	Bk0,75 1	28	14,73	29,65	4,150	0,0051	821,350	835,658	Struktur Ringan
	Bk0,75 2	28	14,69	29,78	4,300	0,0050	851,943		
	Bk0,75 3	28	14,86	29,74	4,300	0,0052	833,681		
1%	Bk1 1	28	14,90	30,00	4,250	0,0052	812,466	798,492	Struktur Sangat Ringan
	Bk1 2	28	14,85	29,99	4,150	0,0052	798,967		
	Bk1 3	28	14,94	29,83	4,100	0,0052	784,042		

Tabel 4. Hasil Berat Isi Beton Ringan

Serat Nylon	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)	Berat Jenis Rata-rata (kg/m ³)	Jenis-jenis Beton Ringan
0%	Bn A	28	14,75	29,63	5,300	0,0051	1046,816	1037,866	Struktur Ringan
	Bn B	28	14,83	29,34	5,100	0,0051	1006,324		
	Bn C	28	14,77	29,72	5,400	0,0051	1060,459		
0,25%	Bk0,25 A	28	14,79	29,86	4,600	0,0051	896,689	939,167	Struktur Ringan
	Bk0,25 B	28	14,74	29,66	4,800	0,0051	948,386		
	Bk0,25 C	28	14,71	29,65	4,900	0,0050	972,425		
0,50%	Bk0,5 A	28	15,00	29,86	4,400	0,0053	833,855	868,222	Struktur Ringan
	Bk0,5 B	28	14,98	30,00	4,550	0,0053	860,551		
	Bk0,5 C	28	14,97	29,96	4,800	0,0053	910,261		
0,75%	Bk0,75 A	28	14,87	29,93	4,300	0,0052	827,275	823,655	Struktur Ringan
	Bk0,75 B	28	14,69	29,66	4,150	0,0050	825,550		
	Bk0,75 C	28	14,84	29,68	4,200	0,0051	818,140		
1%	Bk1 A	28	14,96	29,83	4,200	0,0052	801,019	800,781	Struktur Ringan
	Bk1 B	28	14,92	29,84	4,100	0,0052	785,882		
	Bk1 C	28	14,97	29,96	4,300	0,0053	815,442		

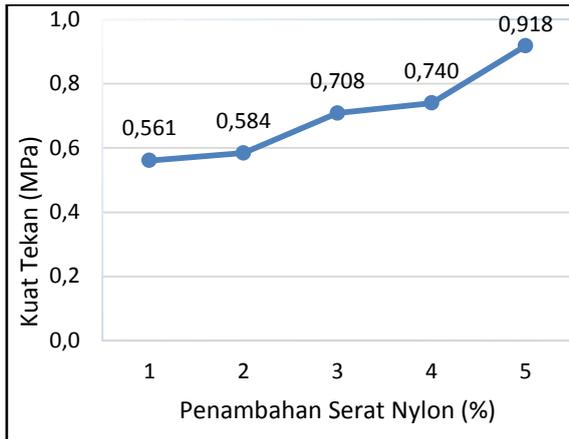
Dari hasil penelitian didapatkan bahwa berat jenis rata-rata beton kertas menunjukkan nilai yang semakin kecil pada penambahan *nylon* yang semakin besar hal ini karena sifat *nylon* yang bisa mengurangi proses penyerapan air pada kertas sehingga dengan penambahan *nylon* yang semakin besar akan membantu mempercepat pengeringan sehingga berat rata-rata juga semakin berkurang.

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton kertas dilakukan pada umur 28 hari yang dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran perkembangan kekuatan tekan beton dengan menggunakan bahan tambahan serat *nylon* dan hasilnya dibandingkan dengan beton kertas normal. Perhitungan kuat tekan beton dihitung dengan menggunakan rumus (1) dan hasil pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kertas Umur 28 Hari

Serat Nylon	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan KN	Kuat Tekan Mpa	Kuat Tekan Rata-rata Mpa
		Pembuatan	Pengujian						
0%	Bn 1	25/08/2015	22/09/2015	28	169,486	5,000	10	0,590	0,561
	Bn 2	25/08/2015	22/09/2015	28	176,008	5,400	9	0,511	
	Bn 3	25/08/2015	22/09/2015	28	172,266	5,000	10	0,580	
0,25%	Bk0,25 1	28/08/2015	25/09/2015	28	171,105	4,850	10	0,584	0,584
	Bk0,25 2	28/08/2015	25/09/2015	28	172,499	4,750	10	0,580	
	Bk0,25 3	28/08/2015	25/09/2015	28	170,179	5,000	10	0,588	
0,50%	Bk0,5 1	26/08/2015	23/09/2015	28	172,732	4,400	13	0,753	0,708
	Bk0,5 2	26/08/2015	23/09/2015	28	175,304	5,000	12	0,685	
	Bk0,5 3	26/08/2015	23/09/2015	28	174,366	4,600	12	0,688	
0,75%	Bk0,75 1	31/08/2015	26/09/2015	28	170,410	4,150	13	0,763	0,740
	Bk0,75 2	31/08/2015	26/09/2015	28	169,486	4,300	11	0,649	
	Bk0,75 3	31/08/2015	26/09/2015	28	173,431	4,300	14	0,807	
1%	Bk1 1	27/08/2015	23/09/2015	28	174,366	4,250	17	0,975	0,918
	Bk1 2	27/08/2015	23/09/2015	28	173,198	4,150	15	0,866	
	Bk1 3	27/08/2015	23/09/2015	28	175,304	4,100	16	0,913	



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan dengan % Serah Nylon

Maka dapat disimpulkan pada penelitian ini jumlah serat *nylon* yang digunakan sangat mempengaruhi kekuatan beton kertas, yaitu semakin banyak serat *nylon* yang digunakan maka semakin besar nilai kuat tekan beton kertas, pada penambahan serat *nylon* pada persentase 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, dan 1 % terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton kertas dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa

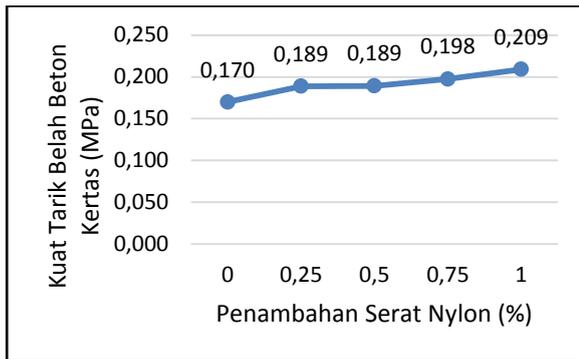
penambahan serat *nylon* atau beton kertas normal. Dalam penelitian ini nilai kuat tekan beton kertas yang terbaik didapat dengan persentase serat *nylon* 1 % sebesar 0,918 MPa.

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Kertas

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada 28 hari yang dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran perkembangan kuat tarik belah beton dengan menggunakan bahan tambah serat *nylon* dan hasilnya dibandingkan dengan beton normal. Perhitungan kuat tarik belah beton dihitung dengan menggunakan rumus (2) dan hasil pengujian kuat tarik belah beton pada umur 28 hari pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 6. Hubungan antara penambahan serat *nylon* dengan kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 5.4.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Kertas Umur 28 Hari

Serat Nylon	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (gr)	Gaya Tarik Belah	Kuat Tarik Belah	Kuat Tarik Belah Rata-rata
		Pembuatan	Pengujian				KN	Mpa	
0%	Bn A	25/08/2015	22/09/2015	28	170,873	5,300	11	0,160	0,170
	Bn B	25/08/2015	22/09/2015	28	172,732	5,100	11	0,161	
	Bn C	25/08/2015	22/09/2015	28	171,337	5,400	13	0,189	
0,25%	Bk0,25 A	28/08/2015	25/09/2015	28	171,801	4,600	13	0,187	0,189
	Bk0,25 B	28/08/2015	25/09/2015	28	170,642	4,800	14	0,204	
	Bk0,25 C	28/08/2015	25/09/2015	28	169,948	4,900	12	0,175	
0,50%	Bk0,5 A	26/08/2015	23/09/2015	28	176,715	4,400	13	0,185	0,189
	Bk0,5 B	26/08/2015	23/09/2015	28	176,244	4,550	15	0,212	
	Bk0,5 C	26/08/2015	23/09/2015	28	176,008	4,800	12	0,170	
0,75%	Bk0,75 A	31/08/2015	26/09/2015	28	173,665	4,300	14	0,200	0,198
	Bk0,75 B	31/08/2015	26/09/2015	28	169,486	4,150	13	0,190	
	Bk0,75 C	31/08/2015	26/09/2015	28	172,965	4,200	14	0,202	
1%	Bk1 A	27/08/2015	23/09/2015	28	175,773	4,200	17	0,243	0,209
	Bk1 B	27/08/2015	23/09/2015	28	174,835	4,100	12	0,172	
	Bk1 C	27/08/2015	23/09/2015	28	176,008	4,300	15	0,213	



Gambar 3. Grafik Kuat Tarik Belah Beton dengan % Serat Nylon

Maka dapat disimpulkan pada penelitian ini jumlah serat *nylon* yang digunakan sangat mempengaruhi kekuatan beton kertas, yaitu semakin banyak serat *nylon* yang digunakan maka semakin besar nilai kuat tarik belah beton kertas pada penambahan serat *nylon* pada persentase 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, dan 1 % per berat semen berturut-turut menghasilkan kuat tarik belah beton kertas 0,189 MPa, 0,189 MPa, 0,198 MPa, dan 0,209 MPa. Kuat tarik belah beton kertas yang lebih tinggi dari pada kuat tarik belah beton kertas pada beton normal sebesar 0,170 MPa. Nilai kuat tarik belah beton kertas tertinggi didapat pada persentase serat *nylon* 1 % sebesar 0,209 MPa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kuat tekan benda uji variasi penambahan *nylon* terhadap jumlah berat semen memperlihatkan nilai kuat tekan benda uji dengan penambahan *nylon* 0 % = 0,561 MPa, penambahan *nylon* 0,25 % = 0,584 MPa, penambahan *nylon* 0,5 % = 0,708 MPa, penambahan *nylon* 0,75 % =

0,740 MPa dan penambahan *nylon* 1% = 0,918 MPa, sehingga nilai kuat tekan maksimal didapat pada benda uji dengan penambahan *nylon* 1% terhadap jumlah berat semen sebesar 0,918 MPa.

2. Pengaruh dengan adanya penambahan serat *nylon* dapat meningkatkan kuat tarik belah beton kertas. Pada penambahan serat *nylon* pada persentase 0 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, dan 1 % per jumlah berat semen berturut-turut menghasilkan kuat tarik belah beton kertas 0,170 MPa, 0,189 MPa, 0,189 MPa, 0,198 MPa, dan 0,209 MPa. Sehingga didapatkan hasil nilai kuat tarik belah beton kertas maksimum pada persentase penambahan serat *nylon* 1 % per jumlah berat semen sebesar 0,209 MPa terjadi kenaikan sebesar 22,94 % dari kuat tarik belah beton pada beton kertas normal sebesar 0,170 MPa.

Saran

1. Penelitian lebih lanjut mengenai kuat tekan dan kuat tarik belah beton kertas dengan memberikan lebih banyak variasi penambahan *nylon*.
2. Perlu diadakan penelitian terhadap penambahan zat aditif lain yang sesuai dengan karakteristik beton kertas yang mampu mengurangi penyerapan air oleh bahan kertas, agar dihasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990. SNI 03-1968-1990 (*Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

- Anonim, 1990. SNI 03-1970-1990 (*Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1990. SNI 03-1971-1990 (*Metode Pengujian Kadar Air Agregat*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1990. SNI 03-1972-1990 (*Metode Pengujian Kekentalan /Slump Beton*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1990. SNI 03-1973-1990 (*Metode Pengujian Berat Isi Beton*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1990. SNI 03-1974-1990 (*Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1991. SNI 03-2493-1991 (*Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 1994. *Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Jakarta.
- Anonim, 1998. SNI 03-4810-1998 (*Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2004. SNI 15-2049-2004 (*Semen Portland*), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2008. *Modul Pekerjaan dan Pengendalian Mutu Beton*, Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Bandung.
- Arimurti, Puthut, 2009, *Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kekuatan Beton Non Pasir*, Laporan Tugas Akhir Sarjana Strata Satu, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002, *SNI 03-2491-2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah*. Teknis Standarisasi Bidang Struktur Dan Konstruksi Bangunan, Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002, *SNI 03-6825-2002 Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland*. Teknis Standarisasi Konstruksi Dan Bangunan, Jakarta.
- Bermansyah Surya, Huzaim, dan Hevianis Sanneti., 2011, *Analisis proporsi bubuk kertas dan pasir terhadap kuat tekan beton kertas*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala.
- Cahyono Bagus, 2011, *Kajian Kuat Lentur Beton Kertas (Papercrete) Dengan Bahan Tambah Serat Nylon*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Fatharoni Naya., 2015, *Pemanfaatan Abu Terbang (fly ash) Pada Beton Non Pasir Ditinjau Dari Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Untuk Green Pedestrian Road*, Fakultas Keguruan Universitas Sebelas Maret.
- Gunarto, Arif., Satyarno, Iman., dan Tjokrodinuljo, Kardiyono., 2008, *Pemanfaatan Limbah Kertas Koran Untuk Pembuatan Panel Papercrete*, Forum Teknik Sipil No. XVIII/2-Mei 2008, PP: 788-798, Yogyakarta.
- Husn Diyar Fahd Muhammad., 2013, *Pemanfaatan Limbah Sludge Pabrik*

- Kertas Sebagai Bahan Pengganti Penggunaan Semen Dalam Uji Mortar*, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Imron Muhammad, 2010, *Kajian Ketahanan Kejut (Impact) Beton Kertas Pada Variasi Campuran*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- Neville, A. M., dan J.J. Brooks. 1987. *Concrete Technology*. Longman Scientific & Technical. England.
- P, Wiryawan Sarjono., Wahjono, Agt., 2008, *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Pada Kuat Tarik Campuran Semen-Pasir Dan Kemungkinan Aplikasinya*, Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Satwanirat., 2005, *Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*, Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa. Vol. 1, No. 1 (Oktober), Jurusan Teknik Sipil Politeknik Unand.
- Sudarmoko., 1993, *Pengaruh Penambahan Serat Pada Sifat Struktural Beton Serat*, Media Teknik. Edisi 1/XV (April), Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Sudaryatmo Ari., 2010, *Majalah Sains*, Tangerang Banten
- Susilorini, Retno, M.I. (2007a). *Model Masalah Cabut Serat Nylon 600 Tertanam Dalam Matriks Sementitis Yang Mengalami Fraktur*. Disertasi, Parahyangan Catholic University, Bandung.
- Tjokrodinuljo, K., 1994, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri. UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Bahan Ajar. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2003, *Teknologi Bahan Konstruksi*, Bahan Ajar. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Edisi Pertama Biro Penerbit KMTS FT.