

ANALISIS KUAT TARIK BELAH TERHADAP PEMANFAATAN LIMBAH *STRAPPING BAND* SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA BETON NORMAL

¹Akhmad Suryadi, ²Djoko Trijanto, ³Rifqi Pradana Pangestu

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹akhmad.suryadi1@gmail.com, ²pakbosdjokotri@yahoo.co.id, ³ruiifqi05@gmail.com

Abstract

The advancement era, the use of strapping band in the process of shipping goods was increases because of the more practical needs and stronger straps make the waste from strapping band was increases. With a large amount of waste by shredding it into smaller sizes it can be used as a substitute for fine aggregate in concrete mixture with synthetic fiber reinforced concrete concept at the Laboratory of Civil Engineering Politeknik Negeri Malang. The objectives of this research were to analyze the characteristics of concrete with the substitution of strapping band waste against fine aggregate in compressive strength and split tensile strength test. The research method including: aggregate test and strapping band test, the mix design of concrete mixture was using the reference SNI 03-2834-2000. The experiments sample for each variation of 0%, 5%, and 8% were performed with 24 cylinder specimens for compressive strength and 6 cylinder specimens for split tensile strength. The compressive strength on 28 days with 0%, 5%, and 8% variation resulted in 27.67 kg/cm²; 26.82 kg/cm²; 17.83 kg/cm². The split tensile strength on 28 days with 0% 5%, and 8% variation resulted in 2.42 kg/cm²; 1.90 kg/cm²; 1.51 kg/cm². The average weight of cylinder specimens with 0%, 5%, and 8% variation resulted in 12.62 kg; 12.04 kg; 11.61 kg. Substitution of strapping band waste decreases compressive strength, split tensile strength and average weight concrete.

Keywords : *Strapping band waste, compressive strength, split tensile strength*

Pendahuluan

Dalam pembangunan struktur seperti balok ataupun kolom digunakan berbagai macam bahan yang salah satunya adalah beton. Beton adalah campuran dari pasir, air, semen, dan koral yang nantinya akan dituang ke dalam cetakan atau bekisting untuk menjadi suatu struktur. Dalam perkembangannya beton dibedakan menjadi bermacam-macam yang salah satunya beton serat.

Dalam kegiatan perindustrian proses pengiriman barang menjadi salah satu cara supaya barang dari suatu industri bisa sampai ke distributor, sebelum proses pengiriman salah satu kegiatan yang dilakukan adalah proses pengemasan dalam proses supaya barang yang dikemas aman digunakan suatu produk yang biasa disebut *strapping band* atau biasa disebut tali klam / tali banding. Produk ini memiliki kekuatan tarik yang cukup besar dan penggunaannya relatif praktis untuk industri pengiriman barang, umumnya setelah proses pengiriman *strapping band* tidak digunakan lagi,

sisa dari limbah ini bisa digunakan pada campuran beton dengan menggunakan konsep *synthetic fiber reinforced concrete*.

Karena pada umumnya sisa *strapping band* tidak digunakan kembali dan hanya dibuang, oleh karena itu perlu dikaji limbah *strapping band* dicampurkan ke dalam campuran beton dengan konsep *synthetic fiber reinforced concrete*. Dengan mengkaji kuat tekan dan kuat tarik beton, dengan hipotesa awal bahwa kuat tarik dari beton akan meningkat. Dengan memperhatikan latar belakang tersebut diatas maka di dapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisa sifat fisik dari pasir yang di substitusikan limbah *strapping band* ?
2. Bagaimana perbandingan berat dari sampel beton antara beton normal dengan beton campuran limbah *strapping band* ?
3. Bagaimana pengaruh pengujian beton yang disubstitusikan limbah *strapping band* terhadap karakteristik beton ?

Beton Serat

Beton serat sintetik atau *Synthetic fiber reinforced concrete (SNFRC)* salah satu beton dengan penambah serat selain besi, kaca, atau serat alami yang digunakan dalam bidang konstruksi. Serat yang digunakan termasuk dalam kategori serat sintetik yang di mana serat terbentuk dari senyawa polimer yang terbentuk dari beberapa macam jenis senyawa kimia (ACI 544.1R-96, 2002:39). Secara umum takaran yang digunakan di atas 0,4 % dari total campuran beton yang digunakan, serat yang digunakan dalam beton SNFRC menurut ACI terdiri dari beberapa macam serat sintesis yaitu akrilik, aramid, karbon, nilon, poliester, *polyethylene*, dan *polypropylene*

Serat Limbah *Strapping Band*

Strapping band adalah tali yang digunakan dalam proses pengemasan di bidang industri supaya barang yang akan dikirim bisa lebih aman saat proses pengiriman barang. Umumnya setelah barang sampai di tujuan *strapping band* tidak digunakan kembali dan akan dibuang, material penyusun dari *strapping band* adalah polimer *polypropylene* atau polipropilena yang bisa digunakan ke dalam beton SNFRC, di mana bentuk dari serat tali *strapping band* yang sudah di cacah dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Serat Tali *Strapping Band*
Sumber: Dokumentasi Penulis

Kuat Tekan

Salah satu yang menjadi keunggulan dari beton adalah kekuatan tekan dari beton.

Kemampuan dari beton yang ditujukan untuk menerima gaya secara vertikal atau tekan persatuan luas disebut dengan kuat tekan beton (Mulyono, 2005:9), kuat tekan dapat dihitung dengan **Persamaan 1**.

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

Di mana :

$$f_c' = \text{Kuat Tekan Beton (N/mm}^2\text{)}$$

$$P = \text{Beban Maksimum (N)}$$

$$A = \text{Luas Permukaan benda uji (mm}^2\text{)}$$

Kuat Tarik

Kuat tarik bahan beton dapat ditentukan melalui pengujian *split cylinder* atau biasa disebut pengujian kuat tarik belah yang umumnya memberikan hasil yang lebih baik dan lebih mencerminkan kuat tarik yang sebenarnya prosedur yang digunakan sesuai dengan SNI 2941-2014, nilai kuat tarik dapat dihitung dengan rumus pada **Persamaan 2**.

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi ld} \quad (2)$$

Di mana :

$$f_{ct} = \text{Kekuatan tarik belah (MPa)}$$

$$P = \text{Beban Maksimum (N)}$$

$$l = \text{Panjang benda uji (mm)}$$

$$d = \text{diameter (mm)}$$

Secara teoritis menurut ACI 318-99, nilai kuat tekan memiliki hubungan dengan nilai kuat tarik belah yang dirumuskan pada **Persamaan 3** (Arinoglu dkk, 2006:21).

$$f_{ct} = 0,56 \times \sqrt{f_c'} \quad (3)$$

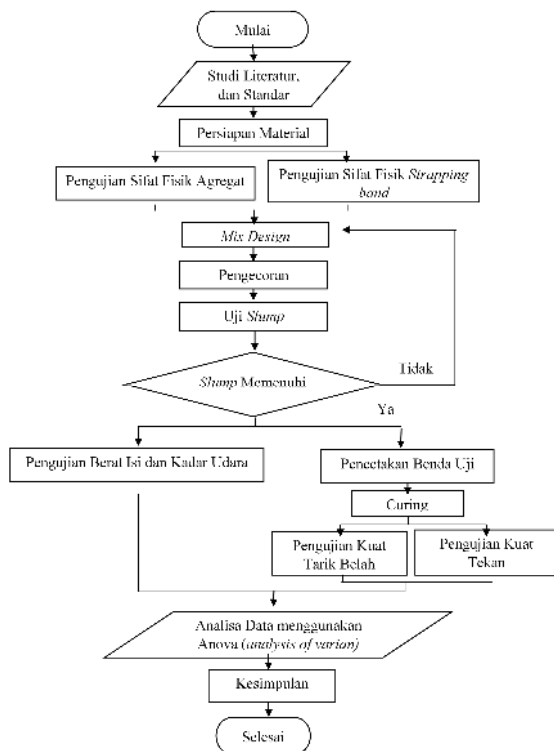
Di mana :

$$f_{ct} = \text{Nilai kuat tarik belah (MPa)}$$

$$f_c' = \text{Nilai kuat tekan (MPa)}$$

DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini yang dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Hasil Pengujian Material Penyusunan Beton Limbah Strapping Band

Limbah *strapping band* yang sudah dicacah dan diayak dilakukan pengujian sifat fisik, dengan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Limbah Strapping Band

Pemeriksaan	Hasil
Berat Jenis	0,86 gr/cm ³
Penyerapan	2,30%

Agregat Halus

Jenis agregat halus yang digunakan pasir cor dari Lumajang dengan variasi 0%, 5%, dan 8% untuk hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi
Variasi 0%		
Kadar Air	2,99%	5-10%
Berat Jenis	2,69 gr/cm ³	2,5-2,7
Penyerapan	0,43%	2-10%
Kadar Lumpur	2,42%	≤ 2,5%
Warna larutan	Bening	Coklat

Berat Isi Lepas	1,29 gr/cm ³	≤ 1,2
Berat Isi Tusuk	1,47 gr/cm ³	≤ 1,6
Berat Isi goyang	1,50 gr/cm ³	≤ 1,6
Analisa Saringan	Gradasi Zona 2	

Variasi 5%

Berat Jenis	2,28 gr/cm ³	2,5-2,7
Penyerapan	1,44%	2-10%
Analisa Saringan	Gradasi Zona 1	

Variasi 8%

Berat Jenis	2,09 gr/cm ³	2,5-2,7
Penyerapan	0,82%	2-10%
Analisa Saringan	Gradasi Zona 1	

Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan oleh peneliti menggunakan batu pecah Pasuruan dengan ukuran 1cm – 2cm, dengan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Halus

Pemeriksaan	Satuan	Hasil	Spesifikasi
Kadar Air	%	0,466	5-10%
Berat Jenis	gr/cm ³	2,70	2,5-2,7
Penyerapan	%	0,43	2-10%
Berat Isi Lepas	gr/cm ³	1,11	≤ 1,2
Berat Isi Tusuk	gr/cm ³	1,53	≤ 1,6
Berat Isi goyang	gr/cm ³	1,54	≤ 1,6
Kekerasan	%	9	≤ 45
Keausan	%	28	≤ 40%
Analisa Saringan	-	Ukuran butir 20 mm	

Analisis Mix Design

Perencanaan *mix design* dilakukan dengan mutu *fc'* 20 MPa dengan total pembuatan benda uji silinder sebanyak 90 buah yang terbagi dalam 72 benda uji kuat tekan dan 18 benda uji kuat tarik belah dengan volume proporsi dan koreksi campuran pada Tabel 4.

Tabel 4 Proporsi dan Koreksi Campuran Benda Uji Silinder per m³

Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Proporsi Campuran (teoritis)				
Tiap m ³	317	190	732,77	1195,57

Per benda uji m3	1,68	1,01	3,89	6,34
Koreksi Campuran				
Tiap m3	317	189,94	732,95	1195,44
Per benda uji m3	1,68	1,01	3,89	6,34

Pengujian Slump

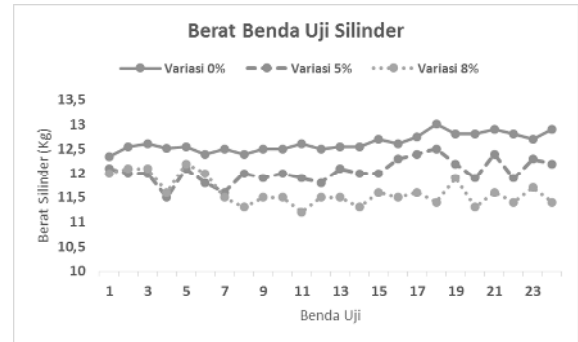
Dalam pembuatan campuran beton segar tingkat *workability* beton ditentukan oleh nilai *slump* saat melakukan perencanaan dan pembuatan benda uji. Pada penelitian ini nilai *slump* yang di rencanakan berkisar antara 3 cm – 6 cm, dalam pelaksanaan pembuatan benda uji dalam penelitian ini semua variasi dilakukan pengujian *slump* yang harus sesuai dengan *slump* rencana. Nilai pengujian *slump* di lapangan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Nilai Pengujian *Slump* Lapangan

Variasi	Uraian	<i>Slump</i> Rata rata (cm)
0%	Pengecoran 12 Benda Uji (5 April 2019)	7,2
	Pengecoran 12 Benda Uji (9 April 2019)	4,4
	Pengecoran 6 Benda Uji (24 Mei 2019)	3,6
5%	Pengecoran 6 Benda Uji (24 Mei 2019)	4,2
	Pengecoran 12 Benda Uji (27 Mei 2019)	3,2
	Pengecoran 6 Benda Uji (18 Juni 2019)	5,6
8%	Pengecoran 6 Benda Uji (25 Juni 2019)	4,9
	Pengecoran 12 Benda Uji (24 Mei 2019)	3,6
	Pengecoran 12 Benda Uji (27 Mei 2019)	3,9
	Pengecoran 6 Benda Uji (20 Juni 2019)	5,4
	Pengecoran 6 Benda Uji (25 Juni 2019)	5

Berat Silinder Beton

Penimbangan silinder beton dilakukan untuk membandingkan perbedaan dari berat silinder beton dari setiap masing-masing variasi beton karena dalam penelitian ini terdapat 3 variasi beton yaitu beton normal, modifikasi substitusi *strapping band* dengan pasir 5% dan 8%. Berat dari beton dapat dilihat **Gambar 3**.

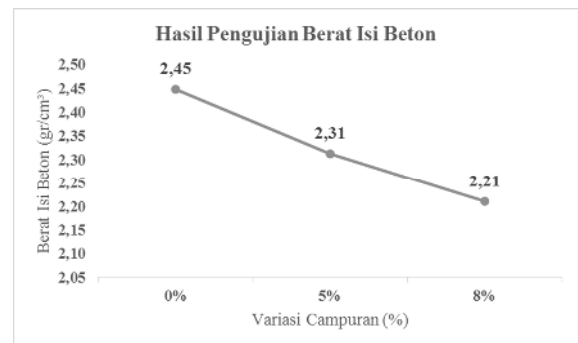


Gambar 3 Grafik Hasil Penimbangan Silinder Beton

Gambar 3 menjelaskan bahwa beton dengan variasi normal memiliki berat yang lebih besar dari pada beton variasi 5% dan 8% yaitu sebesar 12,62 kg, 12,04 kg, dan 11,61, berat beton cenderung menurun dari variasi 0% hingga variasi 8%. Hal ini dapat dijelaskan bahwa substitusi dari limbah *strapping band* berpengaruh terhadap berat beton.

Berat Isi Beton

Seperti pengujian berat silinder beton, pengujian ini digunakan untuk mengetahui perbandingan dari masing-masing variasi beton. Berat isi beton pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 4**



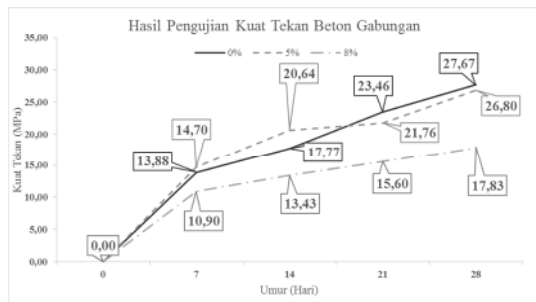
Gambar 4 Grafik Hasil Pengujian Berat Isi Beton

Gambar 4 menunjukkan bahwa berat isi beton menurun pada setiap variasi beton yaitu sebesar 2,45 gr/cm³, 2,31 gr/cm³, dan 2,21 gr/cm³.

Dari penjelasan berikut bahwa limbah *strapping band* berpengaruh terhadap berat isi beton yang mengakibatkan beton memiliki banyak rongga-rongga pada beton segar.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Dalam penelitian ini beton dilakukan pengujian kuat tekan beton untuk setiap variasi sejumlah 24 buah benda uji yang terbagi 6 buah benda uji setiap 7 harinya dengan hasil pengujian dalam **Gambar 5**.



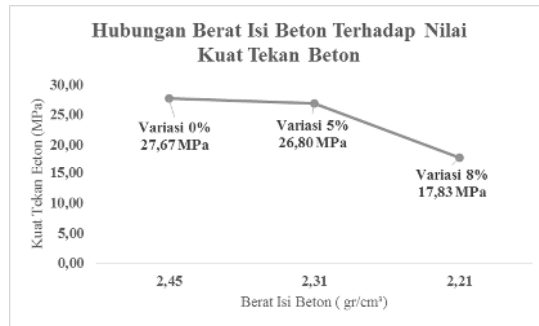
Gambar 5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Gambar 5 menjelaskan bahwa pada umur 7 hari beton memiliki kuat tekan yang berbeda-beda dari setiap variasi dengan jumlah perbedaan yang tidak terlalu signifikan yaitu 13,88 MPa untuk beton normal, 14,70 untuk beton variasi 5%, dan 10,90 MPa untuk beton variasi 8%. Sedangkan pada umur 14 hari beton dengan variasi 5% memiliki nilai kuat tekan jauh lebih tinggi dari pada beton lainnya yaitu sebesar 20,64 MPa, kemudian 17,77 MPa untuk beton normal, dan 13,43 MPa untuk beton variasi 8%. Dilanjutkan pada umur 21 hari beton normal memiliki nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 23,46 MPa, beton variasi 5% sebesar 21,76 MPa, dan beton variasi 8% sebesar 15,60 MPa. Pada umur 28 hari beton nilai kuat tekan maksimal, pada beton normal memiliki nilai kuat tekan sebesar 27,67 MPa, beton variasi 5% sebesar 26,80 MPa, dan 17,83 MPa untuk beton variasi 8%. Berdasarkan hasil di atas bahwa limbah *strapping band* menurunkan nilai kuat tekan pada variasi 5% sebesar 3%, variasi 8% sebesar 36% dan juga berat dari setiap sampel beton terus menurun.

Hubungan Berat Beton dengan Kuat Tekan

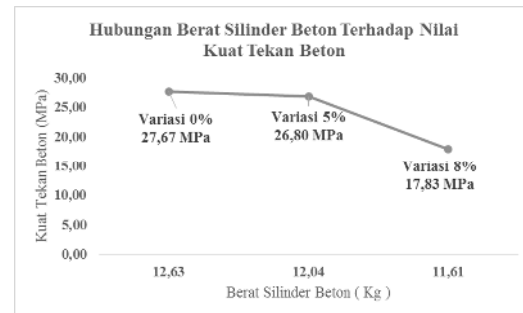
Dilihat dari hasil kuat tekan beton yang terus mengalami penurunan dari setiap penambahan jumlah variasi substitusi, maka terdapat hal yang mempengaruhi dari nilai kuat tekan beton yaitu

berat dari beton. Untuk hubungan berat isi beton terhadap nilai kuat tekan beton dapat dilihat pada **Gambar 5** dan hubungan berat silinder beton terhadap nilai kuat tekan beton dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 Grafik Hubungan Berat isi Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton

Gambar 6 menjelaskan dari ketiga variasi dari berat isi beton berat dari campuran beton segar semakin menurun, yang dapat disimpulkan bahwa di dalam campuran beton terdapat banyak ruang kosong atau rongga udara.

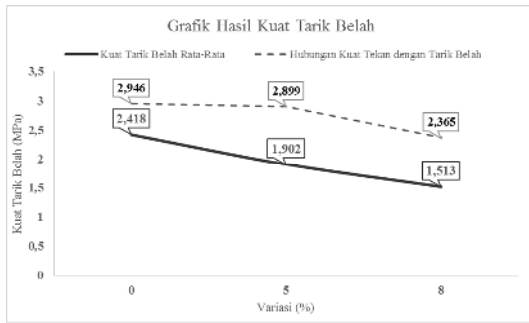


Gambar 7 Grafik Hubungan Berat Silinder Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton

Gambar 7 menjelaskan bahwa dari ketiga variasi substitusi berat silinder semakin menurun yang dapat disimpulkan dari rongga udara pada berat isi beton mengakibatkan berat dari benda uji silinder juga menurun dari setiap variasi secara teoritis semakin padat beton akan semakin berat yang juga diikuti dengan meningkatnya nilai dari kuat tekan beton.

Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah beton dalam penelitian ini menggunakan 6 buah benda uji yang dilakukan perendaman selama 28 hari. Dengan hasil pengujian pada **Gambar 8**.



Gambar 8 Grafik Hasil Kuat Tarik Belah

Berdasarkan **Gambar 8** nilai dari kuat tarik belah beton mengalami penurunan dari setiap variasi substitusi yaitu 2,418 MPa, 1,902 MPa, dan 1,513 MPa. Dapat dijelaskan bahwa substitusi *strapping band* justru memberikan pengaruh bahwa substitusi limbah *strapping band* akan menurunkan nilai kuat tarik belah, yang di mana nilai kuat tarik belah pada variasi 5% turun sebesar 21,3% dan pada variasi 8% sebesar 37,4% dari nilai kuat tarik belah beton variasi 0%. Penurunan ini bisa diakibatkan karena berat beton yang semakin ringan.

Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Secara teoritis nilai dari kuat tekan beton dan kuat tarik belah memiliki hubungan, menurut ACI 318-99 nilai kuat tarik belah dapat dirumuskan dari hasil kuat tekan beton seperti pada **Persamaan 3** jika di tabelkan dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Berdasarkan Nilai Kuat tekan

Variasi	Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa)	Kuat Tarik Belah Menurut ACI 318-99 (MPa)
0%	27,67	2,946
5%	26,80	2,899
8%	17,83	2,365

Secara teoritis nilai kuat tarik belah pada **Tabel 6** nilai kuat tarik belah juga menurun karena nilai dari kuat tarik belah menurun dari setiap variasinya. Penurunan ini bisa diakibatkan dari berat beton yang semakin ringan.

Analisis Varian Satu Arah (One Way ANOVA)

Perhitungan analisis varian (ANOVA) yang dilakukan dengan metode 1 arah (*one way anova*) dengan interaksi dan hipotesis di mana :

- a. H0 : Variasi campuran meningkatkan nilai kuat tekan beton
H1 : Variasi campuran menurunkan nilai kuat tekan beton
- b. H0 : Variasi campuran meningkatkan nilai kuat tarik belah beton
H1 : Variasi campuran menurunkan nilai kuat tarik belah beton

Dengan dasar pengambilan keputusan menggunakan perbandingan dengan nilai F *output* SPSS dengan nilai F tabel, jika:

- a. Nilai F *output* SPSS < Nilai F tabel maka H0 diterima
- b. Nilai F *output* SPSS > Nilai F tabel maka H0 ditolak

Pengujian Normalitas Data

Pengujian normalitas data dibutuhkan sebagai syarat awal dalam pengujian *anova* bahwa data yang akan digunakan memiliki distribusi secara normal.

Dengan dasar pengambilan keputusan pada pengujian ini di mana:

- a. Jika nilai signifikansi (sig.) > 0,05, maka data penelitian berdistribusi normal
- b. Jika nilai signifikansi (sig.) < 0,05, maka data penelitian berdistribusi tidak normal

Pengujian normalitas untuk kuat tekan beton dapat ditunjukkan pada **Gambar 9**.

Tests of Normality						
Variasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kuat Tekan Variasi 0%	.141	24	.200 [*]	.941	24	.171
Variasi 5%	.142	24	.200 [*]	.949	24	.258
Variasi 8%	.150	24	.175	.955	24	.347

^{*} This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 9 Pengujian Normalitas SPSS Kuat Tekan Beton

Sumber: Hasil perhitungan SPSS

Gambar 9 menjelaskan hasil pengujian nilai kuat tekan terhadap variasi campuran pada kolom Kolmogorov-Smirnov dari setiap baris variasi menyebutkan nilai probabilitas pada variasi 0% sebesar 0,2, pada variasi 5% sebesar 0,2 dan variasi 8% sebesar 0,177. Serta pada kolom Shapiro-Wilk dari setiap baris variasi menyebutkan nilai probabilitas 0% sebesar 0,171, pada variasi 5% sebesar 0,258 dan variasi 8% sebesar 0,347. Dari dua pengujian normalitas untuk pengujian kuat tekan beton di atas keputusan yang dapat diambil bahwa variasi 0%, 5%, dan 8% memiliki data yang berdistribusi

normal karena nilai probabilitas memiliki nilai lebih dari 0,05.

Untuk pengujian kuat tarik belah dapat ditunjukkan pada **Gambar 10**.

Tests of Normality						
Variasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kuat Tarik Belah Variasi 0%	.218	6	.200 [*]	.903	6	.389
Variasi 5%	.166	6	.200 [*]	.953	6	.761
Variasi 8%	.189	6	.200 [*]	.923	6	.529

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 10 Pengujian Normalitas SPSS Kuat Tarik Belah Beton

Sumber: Hasil perhitungan SPSS

Gambar 10 menjelaskan hasil pengujian nilai kuat tarik terhadap variasi campuran pada kolom Kolmogorov-Smirnov dari setiap baris variasi menyebutkan nilai probabilitas pada variasi 0% sebesar 0,2, pada variasi 5% sebesar 0,2 dan variasi 8% sebesar 0,2. Serta pada kolom Shapiro-Wilk dari setiap baris variasi menyebutkan nilai probabilitas 0% sebesar 0,389, pada variasi 5% sebesar 0,761 dan variasi 8% sebesar 0,529. Dari dua pengujian normalitas untuk pengujian kuat tekan beton di atas keputusan yang dapat diambil bahwa variasi 0%, 5%, dan 8% memiliki data yang berdistribusi normal karena nilai probabilitas memiliki nilai lebih dari 0,05.

Pengujian ANOVA Satu Arah

Perhitungan pengujian *anova* menggunakan aplikasi SPSS dengan metode 1 arah, untuk perhitungan *anova* kuat tekan beton ditunjukkan pada **Gambar 11**.

ANOVA					
Kuat Tekan (MPa)	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	655.286	2	327.643	13.885	.000
Within Groups	1628.165	69	23.597		
Total	2283.451	71			

Gambar 11 Pengujian ANOVA SPSS Kuat Tekan Beton

Sumber: Hasil perhitungan SPSS

Hasil perhitungan SPSS untuk pengujian kuat tekan nilai untuk mencari F tabel di dapatkan nilai df untuk pembilang (N1) sebesar 2 dan nilai df untuk penyebut (N2) sebesar 69, kemudian didapatkan nilai F tabel sebesar 3,13. Kemudian untuk nilai *F output* pada **Gambar 11** didapatkan sebesar 13,885, dapat dibandingkan nilai *F output* dengan nilai F tabel sebagai berikut:

$F_{output} > F_{tabel} = 13,885 > 3,13$ maka H_0 ditolak, H_1 diterima

Dari perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa variasi campuran menurunkan nilai kuat tekan beton.

Perhitungan *anova* kuat tarik belah beton ditunjukkan pada **Gambar 12**.

ANOVA					
Kuat Tarik Belah	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.474	2	1.237	47.439	.000
Within Groups	.391	15	.026		
Total	2.865	17			

Gambar 12 Pengujian ANOVA SPSS Kuat Tarik Belah

Sumber: Hasil perhitungan SPSS

Berdasarkan **Gambar 12** hasil perhitungan SPSS untuk pengujian kuat tekan nilai untuk mencari F tabel di dapatkan nilai df untuk pembilang (N1) sebesar 2 dan nilai df untuk penyebut (N2) sebesar 15, kemudian didapatkan nilai F tabel sebesar 3,68. Kemudian untuk nilai *F output* pada **Gambar 9** didapatkan sebesar 47,439, dapat dibandingkan nilai *F output* dengan nilai F tabel sebagai berikut:

$F_{output} > F_{tabel} = 47,439 > 3,68$ maka H_0 ditolak, H_1 diterima

Dari perhitungan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa variasi campuran menurunkan nilai kuat tarik belah beton.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dapat dijabarkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sifat fisik dari limbah *strapping band* ditinjau dari berat jenis, penyerapan, dan analisa gradasi untuk variasi 5% secara berturut-turut sebesar 2,28 $\frac{gram}{cm^3}$, 1,44%, dan gradasi zona 1 kemudian untuk variasi 8% secara berturut-turut sebesar 2,09 $\frac{gram}{cm^3}$, 0,82%, dan gradasi zona 2. Dari hasil tersebut untuk digunakan dalam campuran beton pasir yang sudah di substitusikan tidak memenuhi standar mutu.
2. Berat beton dari ketiga variasi mengalami penurunan berat beton dari setiap variasi, beton dengan variasi campuran 8% memiliki berat beton terendah. Beton dengan variasi campuran normal 0%

sebesar 12,62 kg, variasi campuran 5% sebesar 12,04 kg, dan variasi campuran 8% sebesar 11,61 kg.

3. Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi yaitu dengan variasi campuran normal pada umur 28 hari yaitu sebesar 27,67, dan variasi campuran 5% sebesar 26,80 MPa, dan variasi campuran 8% sebesar 17,83 MPa. Penggunaan substitusi pasir dengan limbah *strapping band* berdampak menurunkan nilai kuat tekan beton rata-rata. Nilai kuat tarik belah rata-rata juga memiliki kesamaan dengan nilai kuat tekan beton, pada variasi campuran normal sebesar 2,42 MPa, variasi campuran 5% sebesar 1,90 MPa, dan variasi campuran 8% sebesar 1,51 MPa. Penggunaan substitusi pasir dengan limbah *strapping band* juga berdampak menurunkan nilai kuat tarik belah beton rata-rata. Dari kedua pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah penurunan di akibatkan dari berat beton yang semakin ringan dari setiap penambahan jumlah variasi yang memungkinkan jumlah rongga di dalam benda uji beton semakin banyak.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran untuk penelitian lanjutan yang lebih baik sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya hendaknya bisa meneliti beton dengan menggunakan komposisi material sebagai penambahan serat dengan konsep beton serat.
2. Untuk penelitian selanjutnya hendaknya juga bisa menggunakan konsep beton ringan karena berat dari beton sendiri menjadi ringan.

Daftar Rujukan

- ACI Commite 544 2002, *ACI 544.1R-96 State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete*, American Concrete Institute, Detroit
- Arioglu, Nihal, Girgin, C, dan Arioglu Ergin 2006, *Evaluation of Ration between Splitting Tensile Strenght and Compressive Streinght for Concretes up to 120 MPa and its Application in Strenght Criterion*, ACI Material Journal November-Desember 2006 Title no. 103-M03
- Badan Standarisasi Nasional 2014, *SNI 2491:2014 Tentang Metode Uji Kekuatan*

Tarik Belah Spesimen Beton Silinder, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

- Badan Standarisasi Nasional 2000, *SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Felany, Duan 2004, *Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Penambahan Serat Tali Beneser*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta
- Gunawan, Purnawan, Wibowo, Surayawan, Nurmantian 2014, *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene pada Beton Ringan dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuata Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas*, E-Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 2 No. 2/Julii 2014/pp 206-213
- Komputer, Wahana 2011, *Mengolah Data Statistik Penelitian dengan SPSS 18*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta
- Kholisoh, Luluk. 1996, *Statistika dan Probabilitas*, Penerbit Gunadarma, Jakarta
- Mulyono, Tri 2005, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta
- Samekto, Wuryati dan Rahmadiyanto, Canda 2001, *Teknologi Beton*, Kanisius, Yogyakarta
- Soebandono, B, Pujiyanto, A, & Kurniawan, D. 2013, *Perilaku Kuat Tekan da Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika, Vol. 16, No. 1, 76-82, Mei 2013
- Susilorin, Retno dan Adi Sambowo, Kusno 2011, *Teknologi Beton Lanjutan Durabilitas Beton*, Surya Perdana Semesta, Semarang
- Widodo, Slamet 2005, *Kajian Sifat Mekanik Beton Ringan Dengan Penggunaan Polystyrene Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus*, INERSA, Vol. I, No.1, Maret 2005, pp 1-9