

SIFAT KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT MENGUNAKAN LIMBAH *STRAPPING BAND*

Hajar Khoirunnisaa¹, Utari Khatulistiani²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: hajarkhoirunnisaa@gmail.com, utari.kh@gmail.com

ABSTRAK: Beton memiliki kelebihan sifat kekuatan terhadap gaya tekan yang tinggi dan lemah terhadap sifat kuat tarik. Dari penelitian terdahulu diketahui bahwa beton serat dapat meningkatkan kuat tarik beton, maka dari itu dilakukan penelitian beton serat menggunakan limbah *strapping band*. Digunakan 2 variasi yaitu ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm. Prosentase limbah *strapping band* untuk campuran digunakan 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap 1 m³ volume beton. Rancangan *mix design* mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan menggunakan FAS 0,5. Benda uji beton berupa silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan dan kuat tarik belah pada umur 7, 14, 28 hari, dan uji resapan pada umur 28 hari. Ditinjau dari ukuran *strapping band*, *strapping band* ukuran 40x1.5 mm didapat nilai kuat tekan tertinggi pada campuran *strapping band* 6% yaitu 31.89 MPa, dan lebih rendah 1.05% dari beton normal. Beton *strapping band* ukuran 50x3 mm nilai kuat tekan maksimum pada campuran *strapping band* 2% sebesar 34.10 MPa, lebih tinggi 1,02% dari beton normal. Semakin besar prosentase *strapping band* ukuran 50x3 mm, maka semakin menurunkan mutu beton. Nilai kuat tekan rata-rata diperoleh sekitar 30 MPa, menunjukkan bahwa beton *strapping band* dapat digunakan untuk material struktur. Kuat tarik belah beton serat *strapping band* 4% dan 6% ukuran 40x1.5 mm masing-masing lebih tinggi 1.02% dan 1.04% dari beton normal. Kuat tarik belah beton serat *strapping band* 2% dan 4% dengan ukuran 50x3 mm lebih tinggi 1.004% dan 1.024% dari normal. Rasio nilai kuat tarik belah terhadap nilai kuat tekan diperoleh sekitar 10-11% baik pada beton *strapping band* ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm. Hal ini menunjukkan bahwa beton *strapping band* sebagai beton serat mampu meningkatkan kekuatan tarik beton. Hasil analisa statistika diperoleh kuat tekan dan kuat tarik belah optimum bila menggunakan *strapping band* campuran 3% hingga 4%.

KATA KUNCI : Beton, *strapping band*, beton serat, kuat tekan, kuat tarik belah

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara berkembang. Perkembangan yang sangat pesat tidak lepas dari tuntutan kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur. Dengan adanya tuntutan kebutuhan tersebut maka dibutuhkan material yang mudah diperoleh, mudah dibuat, mudah dikerjakan, dan harganya yang murah. Beton menjadi salah satu pilihan material yang tepat di dunia konstruksi di Indonesia. Menurut Rahma (2020), salah satu sifat beton yaitu memiliki kelebihan kuat tekan yang tinggi dan memiliki kelemahan kuat tarik yang rendah sehingga mudah retak maka dari itu perlu diberi baja tulangan atau tulangan kasa. Pada saat ini seiring dengan kemajuan teknologi banyak penelitian yang dilakukan untuk menambah performa beton, salah satunya adalah beton serat. Dalam penelitian Soroushian & Bayashi (1987), beton serat merupakan kombinasi antara beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya, seperti menambah serat baja, serat bambu, dan serat kaca.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dilakukan penelitian inovasi beton serat dengan pemanfaatan limbah *strapping band* sebagai material bahan beton serat. Limbah *strapping band* didapatkan dari kawasan area industri di Kota Surabaya yang membuang limbah *strapping band* tanpa adanya proses pengolahan selanjutnya. Diharapkan dari penelitian ini dapat memanfaatkan limbah *strapping band* untuk meningkatkan kekuatan beton, juga merupakan salah satu bentuk upaya mengurangi sampah plastik. Perumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai kuat tekan beton yang dihasilkan pada beton dengan campuran serat *strapping band*.
2. Bagaimana nilai kuat tarik belah beton yang dihasilkan pada beton dengan campuran serat *strapping band*.
3. Bagaimana pengaruh variasi ukuran serat limbah *strapping band* terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
4. Bagaimana pengaruh nilai resapan beton dengan campuran serat *strapping band*.

SIFAT KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT MENGUNAKAN LIMBAH *STRAPPING BAND*

(Hajar Khoirunnisaa', Utari Khatulistiani)

5. Berapa prosentase campuran limbah *strapping band* yang menghasilkan kekuatan optimum.

Adapun tujuan penelitian yang akan dilakukan yaitu : 1) Untuk memanfaatkan limbah *strapping band* yang dibuang tanpa adanya proses pengolahan, 2) Untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah pada usia 7, 14, dan 28 hari menggunakan campuran serat prosentase 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap 1m³ volume beton dan variasi ukuran panjang 40 mm, lebar 1.5 mm, dan panjang 50 mm, lebar 3 mm, 3) Untuk mengetahui prosentase optimum penambahan limbah *strapping band*, 4) Untuk mengetahui nilai resapan beton menggunakan campuran limbah *strapping band* prosentase 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap 1 m³ volume beton dan variasi ukuran panjang 40 mm, lebar 1,5 mm, dan panjang 50 mm, lebar 3 mm pada usia beton 28 hari

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan *admixture* atau *additive* sehingga membentuk massa padat (SNI 2847:2013). Telah diketahui bahwa beton memiliki kemampuan kuat tekan yang tinggi dan lemah terhadap kuat tarik, kuat tarik cenderung mempertahankan kelurusan beton sedangkan kuat tekan cenderung melengkungkan batang. Menurut Pujo Aji (2010) apabila beton memiliki kuat tekan yang baik maka dapat dipastikan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kekuatan beton yang lain juga baik, seperti: 1) Sifat dan proporsi campuran beton : nilai FAS, jenis tipe semen, agregat, air, bahan tambah (*admixture*). 2) Kondisi pemeliharaan : waktu dan kelembapan. 3) Faktor pengujian : faktor benda uji, kondisi umur, kondisi pembebanan. Untuk mengetahui kekuatan beton serat dengan penambahan limbah *strapping band* maka dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas untuk menahan gaya tekan yang dihasilkan oleh *compression testing machine*. Beton dapat mencapai kuat hancur sampai 80 N/mm², tergantung pada tingkat pematatannya dan

perbandingan air-semen. Rumus untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton adalah :

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

dimana, f_c' = kuat tekan beton, MPa

P = beban tekan maksimum, N

A = luas penampang silinder, mm²

Tidak hanya kuat tekan, kuat tarik juga merupakan bagian penting dalam menahan retak akibat perubahan suhu dan kadar air. Pengujian dilakukan dengan uji kuat tarik belah, yaitu membelah benda uji silinder diameter 150 mm dan panjang 300 mm dengan cara diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinal. Benda uji ditempatkan dengan posisi horisontal di atas pelat mesin uji, dan benda uji silinder terbelah dua pada saat diberikan beban. Besarnya tegangan tarik belah beton dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2)$$

dimana, f_t = kekuatan tarik belah, N/mm²

P = beban maksimum, N

L = panjang silinder, mm

D = diameter silinder, mm

Pengujian kuat lentur beton juga dilakukan guna mengetahui perbandingan nilai kekuatan lentur beton normal dengan beton campuran limbah *strapping band* dengan prosedur pengujian mengacu standar SNI 4431-2011, yang dimana pengujian dengan cara memberikan beban terpusat pada 2 titik atau tiap sepertiga bentang dengan arah tegak lurus sumbu beton dinyatakan dalam *Mega Pascal* (MPa) tiap satuan luas untuk menahan lentur balok berukuran 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm dengan rumus sebagai berikut :

$$f_r = \frac{3 P a}{b h^2} \quad (3)$$

dimana, f_r = kuat tarik lentur (MPa)

P = beban lentur (KN)

a = 1/3 panjang bentang antar perletakan (mm)

b = lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok (mm)

Untuk mengetahui apakah serat limbah *strapping band* mempengaruhi nilai resapan pada beton, maka dilakukan pengujian nilai resapan. Nilai resapan beton akan menunjukkan kualitas beton. Jumlah pori yang kecil atau semakin kecil daya serap suatu beton (yang dapat ditempati oleh fluida) maka ketahanan beton akan meningkat (Zulfah, 2019). Rumusan resapan beton berdasarkan SNI 03-2914-1990 dinyatakan dengan:

$$WA = \frac{mj - mk}{mk} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana, WA = penyerapan air (%)

mj = massa jenuh air (gram)

mk = massa kering oven (gram)

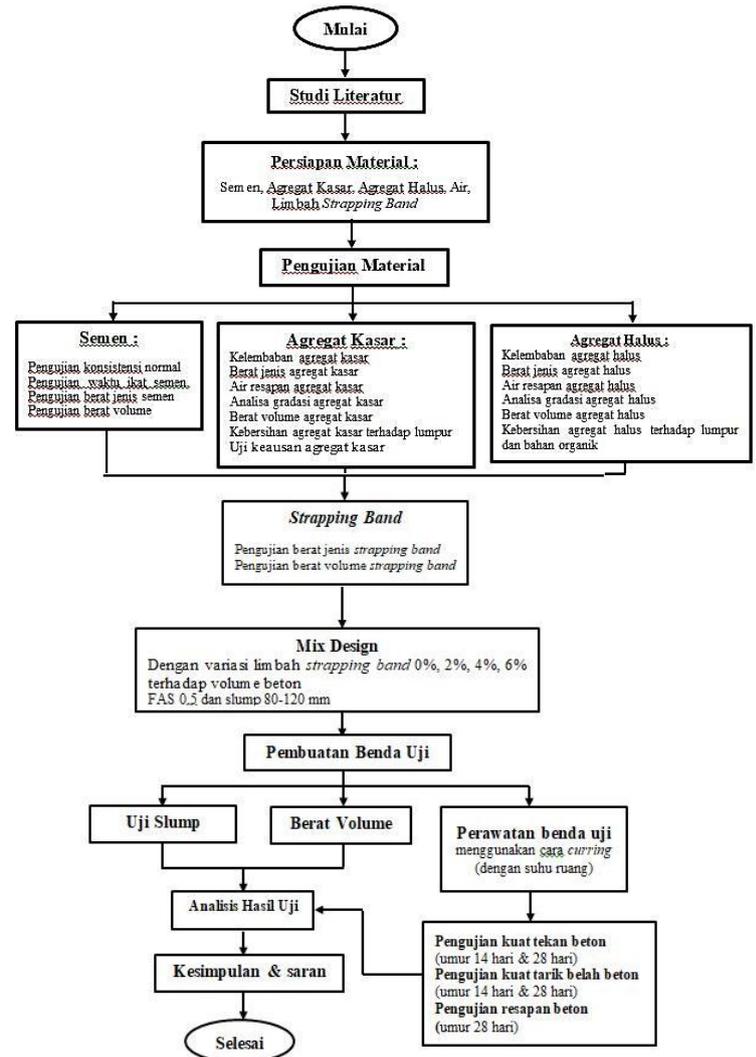
2.2 Strapping band

Strapping band merupakan produk berbahan material PP (*polypropilene*) & PET (*polyethylene terephthalat*). Kata *strapping* juga dikenal sebagai *bundling* dan *banding*, adalah proses menerapkan tali pada item untuk menggabungkan, menstabilkan, menahan, memperkuat, atau untuk mengikat. *Strapping band* paling umum digunakan dalam industry pengemasan. Adapun kelebihan dari *strapping band* yaitu memiliki kuat tarik yang sangat baik, kelurusan yang sangat baik, tahan air serta tidak ada pengurangan dalam performa, dapat digunakan untuk *autobending* mesin selain itu juga inti yang tipis yaitu 1 mm, mudah dibuang (*disposal*) dan ramah lingkungan (Karunia Packaging Sembada, CV, 2021). Menurut Dina (1999) penggunaan serat *polypropylene* mempunyai beberapa keuntungan antara lain yaitu :

1. Tahan terhadap kikisan
2. Tahan terhadap bahan kimia
3. Mengurangi keretakan akibat penyusutan
4. Memperbaiki daya ikat matriks beton pada saat pre-hardening stage sehingga dapat mengurangi retak akibat susut.
5. Memperbaiki keawetan beton.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir penelitian beton serat menggunakan limbah *strapping band* seperti ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

Rancangan penelitian menggunakan metode eksperimen dengan memberikan prosentase limbah *strapping band* sebanyak 0%, 2%, 4% dan 6% dari 1 m³ volume beton. *Strapping band* yang digunakan dalam penelitian berukuran tebal 1 mm dan lebar 14 mm (Gambar 2 dan Gambar 3) yang dibelah menjadi 2 variasi ukuran, yaitu 40 mm x 1,5 mm, dan 50 mm x 3 mm. Benda uji menggunakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm. Untuk mengetahui apakah material yang akan digunakan layak sebagai campuran beton dilakukan uji material semen, pasir, batu pecah, dan *strapping band*.

Pembuatan campuran beton berdasarkan perhitungan *mix design* menggunakan metode DoE (SNI 03-2834-2000). Pembuatan benda uji silinder dilakukan berdasarkan prosentase *strapping band* yang digunakan. Setiap pengadukannya digunakan untuk 11 benda uji,

SIFAT KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT MENGGUNAKAN LIMBAH *STRAPPING BAND*

(Hajar Khoirunnisaa', Utari Khatulistiani)

maka komposisi kebutuhan material ditampilkan pada Tabel 1.

Pada beton segar dilakukan uji slump mengacu pada SNI 03 1972-1990. Uji kuat tekan beton dan kuat tarik belah dilakukan pada usia 7, 14 dan 28 hari. Uji kuat tekan dilakukan mengacu pada SK SNI 03-1974-1990, uji kuat tarik belah mengacu pada SK SNI 03-2491-1991. Uji resapan beton dilakukan pada usia 28 hari, mengacu pada SNI 03-2914-1990.

Tabel 1. Kebutuhan material untuk campuran beton 0.058 m³

No	Material	Berat (kg)
1	Semen	25.75
2	Pasir	46.77
3	Batu Pecah	86.85
4	Air	9.76

Kebutuhan *strapping band* untuk satu kali pembuatan campuran ditampilkan pada Tabel 2. dan Tabel 3.

Tabel 2. Kebutuhan *strapping band* ukuran 40x1.5 mm

%	Perhitungan	Kebutuhan <i>strapping band</i>
0%	0% x 0.058 = -	-
2%	2% x 0.058 = 0.0012 m ³	2% x 58286.3x0.084 = 97.9 gr
4%	4% x 0.058 = 0.0023 m ³	4% x 58286.3x0.084 = 195.8 gr
6%	6% x 0.058 = 0.0035 m ³	6% x 58286.3x0.084 = 293.8 gr

Tabel 3. Kebutuhan *strapping band* ukuran 50x3 mm

%	Perhitungan	Kebutuhan <i>strapping band</i>
2%	2% x 0.058 = 0.0012 m ³	2% x 58286.3x0.10 = 116.57 gr
4%	4% x 0.058 = 0.0023 m ³	4% x 58286.3x0.10 = 233.15 gr
6%	6% x 0.058 = 0.0035 m ³	6% x 58286.3x0.10 = 349.72 gr



Gambar 2. Limbah *Strapping Band* Sebelum Diolah Menjadi Serat



Gambar 3. Serat Limbah *Strapping Band*

4. HASIL UJI DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Material

Tabel 4. Hasil Uji Material

Uji Material	Standar Pengujian	Standar Hasil Uji	Hasil Uji	Pe rsy aratan
Semen				
a. Konsistensi normal semen	ASTM C187-98	22% - 32%	29.33 %	ok
b. Waktu mengikat semen dan mengeras semen Portland :	ASTM C 191-01a	Min. 45	83	ok
- Waktu mengikat (menit)				
- Waktu mengeras (menit)		Max. 480	150	ok
c. Berat jenis semen	ASTM C188-2002	2.5 - 2.8 gr/cm ³	2.6 gr/cm ³	ok
Agregat Halus (Pasir)				
Kelembaban pasir	ASTM C556-71	< 5%	4.01%	ok
Berat jenis pasir	ASTM C128-93	< 3 gr	2.64 gr	ok
Absorpsi pasir	ASTM C128-2001	< 3%	1.62%	ok
Gradasi pasir	ASTM C136-76	2.3 - 3.1	2.49	ok
Berat volume pasir	ASTM C29-78	1.0 - 1.8	1.59	ok
Kebersihan pasir cara basah	ASTM C117-76	< 5%	1.20%	ok
Kebersihan pasir terhadap bahan organik	ASTM C40-82	-	Kuning muda	ok
Agregat				

Kasar (batu pecah)				
Kelembaban batu pecah	ASTM C556-71	< 7.5%	3.70%	ok
Berat jenis batu pecah	ASTM C127-88	< 3.5	2.67 gr	ok
Air resapan	ASTM C127-88	< 2%	1.31%	ok
Gradasi batu pecah	ASTM C136-93	6.0% - 8.0%	7.98%	ok
Berat volume batu pecah	ASTM C29-78	< 50%	17.72	ok
Kebersihan batu pecah terhadap lumpur dengan cara kering	ASTM C117-76	> 1%	1.63%	ok
Keausan batu pecah	ASTM C131-89	< 50 %	17.72 %	ok
Strapping band				
Berat jenis			0.007 gr	
Berat volume				
Serat ukuran 40x1.5 mm			0.084 gr/cm ³	
Serat ukuran 50x3 mm			0.10 gr/cm ³	

Pengujian konsistensi berdasarkan ASTM C187-98 didapatkan hasil pada penurunan 10 mm memerlukan air sebanyak 73.33 cc dengan konsistensi normal sebesar 29.33%, waktu mengikat semen diperoleh 83 menit dan waktu mengeras diperoleh 150 menit.

Hasil uji analisa gradasi pasir berada pada Zona 2 dengan modulus kehalusan sebesar 2.49. Dalam hal ini pasir memenuhi syarat mutu menurut ASTM C-33; yaitu 2,3-3,1. Menurut SNI 03-1750-1990 kebersihan pasir terhadap lumpur dengan cara basah harus kurang dari 5%, diperoleh besarnya kebersihan pasir terhadap lumpur dengan cara basah mencapai 1.2%, menunjukkan bahwa pasir layak digunakan. Pengujian kebersihan pasir menurut SNI 03-2816-1992 jika larutan menjadi berwarna coklat tua : mengindikasikan kandungan organik dalam agregat cukup tinggi. Dari hasil pengujian terlihat bahwa warna larutan NaOH 3% berubah dari bening menjadi kekuningan Hal ini menunjukkan bahwa kandungan organik pada pasir sedikit.

Uji analisa gradasi batu pecah memenuhi syarat mutu menurut SNI 03-1968-1990; yaitu 6,0 – 8,0. Pada pengujian diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,98 berada pada grading zone 1.

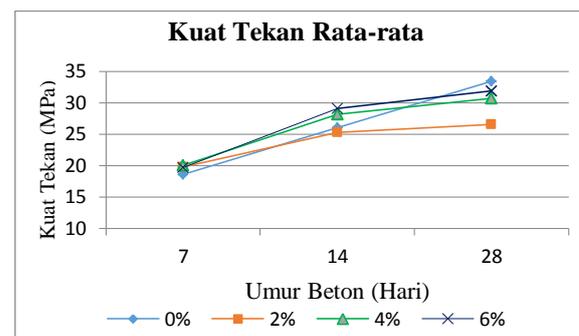
4.2 Hasil Uji Slump

Prosedur pengujian mengacu pada standar SNI 03 1972-1990, mengenai cara uji slump test. Bahan adalah beton segar (*fresh concrete*) yang diambil secara acak agar dapat mewakili beton secara keseluruhan. Hasil pengujian slump pada beton segar telah sesuai rencana slump yaitu antara 75-150 mm.

4.3 Hasil Uji Kuat Tekan

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata Ukuran 40x1.5 mm

% <i>Strapping band</i> Uk.40x1.5 mm	Kuat Tekan (MPa)		
	Umur 7 Hari	Umur 14 Hari	Umur 28 Hari
0%	18.59	26.06	33.39
2%	19.8	25.25	26.59
4%	20.02	28.16	30.72
6%	19.67	29.1	31.89



Gambar 6. Hasil Uji Kuat Tekan Ukuran 40x1.5 mm

Tabel 4 dan Gambar 6 menunjukkan nilai kuat tekan pada beton dengan campuran *strapping band* ukuran 40x1.5 mm prosentase 2%, 4%, dan 6% pada umur 7 hari lebih tinggi dibanding beton normal. Pada usia 14 hari, nilai kuat tekan beton *strapping band* 2% lebih rendah dibandingkan dengan beton normal. Pada umur 28 hari beton campuran *strapping band* prosentase 2%, 4%, dan 6% mengalami peningkatan yang tidak signifikan, sehingga lebih rendah dibandingkan dengan beton 0% *strapping band*. Tampak pada beton campuran *strapping band* setelah 14 hari tidak mengalami kenaikan kuat tekan yang signifikan, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa pencapaian kuat tekan optimum beton serat berbeda dengan beton normal yang pencapaian kuat tekan optimum di usia 28 hari. Hal ini disebabkan *strapping band* yang mengisi beton akan mengurangi peran agregat lain untuk menahan gaya tekan.

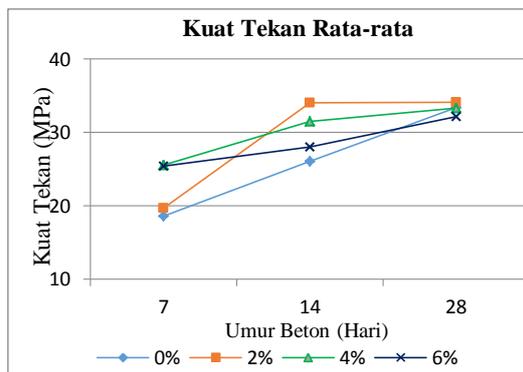
SIFAT KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT MENGGUNAKAN LIMBAH *STRAPPING BAND*

(Hajar Khoirunnisaa', Utari Khatulistiani)

Hasil uji kuat tekan beton *strapping band* 50x3 mm ditampilkan pada Tabel 5 dan Gambar 7, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton campuran *strapping band* 2%, 4%, dan 6% pada umur 7 dan 14 hari lebih tinggi dibanding beton 0% *strapping band*. Setelah usia 14 hari kekuatan beton *strapping band* tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Diperoleh pada umur 28 hari beton *strapping band* 2% mengalami peningkatan paling optimum dan lebih tinggi sekitar 1.02% dari beton 0%. Beton *strapping band* 6% menghasilkan nilai kuat tekan lebih rendah dari beton 0% *strapping band*. Dapat diartikan semakin besar prosentase *strapping band* ukuran 50x3 mm, maka akan semakin menurunkan mutu beton.

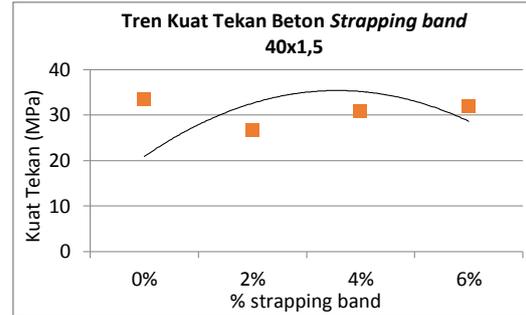
Tabel 5 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-Rata Ukuran 50x3 mm

% Strapping band Uk.50x3 mm	Kuat Tekan (MPa)		
	Umur 7 Hari	Umur 14 Hari	Umur 28 Hari
0%	18.59	26.06	33.39
2%	19.67	34.03	34.1
4%	25.53	31.48	33.29
6%	25.42	28.04	32.16

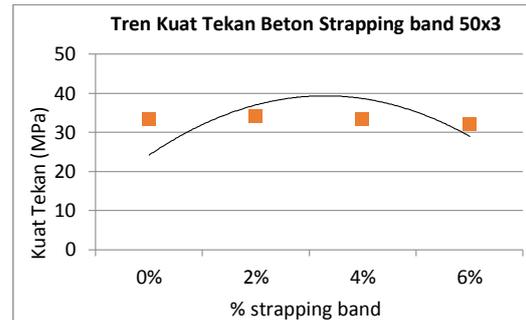


Gambar 7. Hasil Uji Kuat Tekan Ukuran 50x3 mm

Untuk mengetahui prosentase *strapping band* pada campuran beton yang dapat menghasilkan nilai kuat tekan optimal, maka dilakukan analisa statistika. Dari Gambar 8 dan 10 menunjukkan hasil analisa statistika nilai kuat tekan beton *strapping band* ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm umur 28 hari, didapat prosentase yang akan menghasilkan nilai kuat tekan optimal yaitu prosentase 3% hingga 4%. Dapat diartikan *strapping band* baik ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm pada campuran beton sebesar 3% hingga 4% memungkinkan akan menghasilkan mutu beton yang optimal.



Gambar 8. Tren Nilai Kuat Tekan



Gambar 9. Tren Nilai Kuat Tekan

Dari hasil kuat tekan beton kedua variasi ukuran *strapping band*, diperoleh yang menggunakan ukuran 40x1.5 mm didapat kuat tekan tertinggi pada beton *strapping band* 6% yaitu 31.89 MPa, dan nilai tersebut lebih rendah 1.05% bila dibanding dengan *strapping band* 0%. Pada ukuran 50x3 mm didapat kuat tekan tertinggi pada beton *strapping band* 2% yaitu 34.10 MPa, nilai tersebut lebih tinggi 1.02% bila dibanding dengan *strapping band* 0%. Dari 2 tipe ukuran *strapping band*, maka kuat tekan tertinggi diperoleh *strapping band* ukuran 50x3 mm. *Strapping band* yang terdapat dalam beton mengakibatkan berkurangnya daya untuk menahan gaya tekan. Bila digunakan *strapping band* dalam campuran beton lebih dari 4%, maka semakin berkurang nilai kuat tekannya. Tampak meskipun nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan tidak lebih tinggi dari beton normal, beton dengan campuran *strapping band* dapat mencapai kuat tekan rata-rata diatas 30 MPa. Hal ini dapat diartikan beton dengan campuran *strapping band* layak digunakan sebagai beton struktur.

4.4 Hasil Uji Kuat Tarik Belah

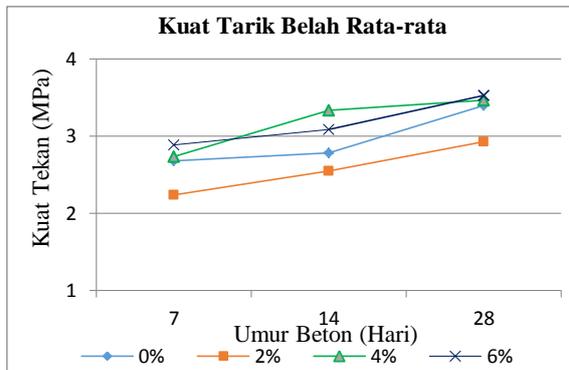
Hasil uji kuat tarik belah beton campuran *strapping band* ditampilkan pada Tabel 6 dan 7, dan Gambar 10 dan 11.

Gambar 10 menunjukkan nilai kuat tarik belah beton dengan campuran *strapping band* ukuran 40x1.5 mm 4% dan 6% pada umur 7, 14, dan 28

hari mengalami peningkatan, bila dibandingkan dengan nilai kuat tarik belah beton normal. Pada beton 2% *strapping band* memperoleh hasil lebih rendah jika dibandingkan dengan prosentase 0%. Diketahui prosentase yang menghasilkan kuat tarik belah paling optimum pada umur 28 hari adalah pada beton *strapping band* 6% dan lebih tinggi dari 0% sekitar 1.04%.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Rata-rata Ukuran 40x1.5

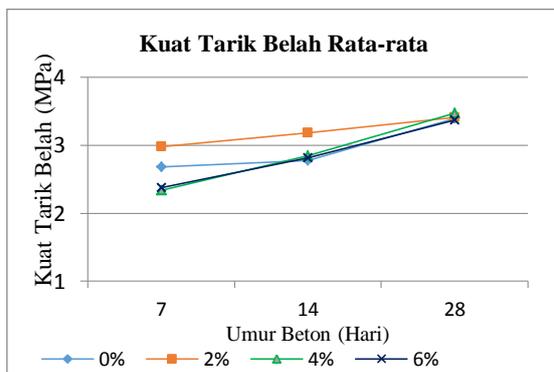
% Strapping band Uk.40x1.5 mm	Kuat Tarik Belah (Mpa)		
	Umur 7 Hari	Umur 14 Hari	Umur 28 Hari
0%	2.68	2.78	3.39
2%	2.24	2.55	2.93
4%	2.74	3.34	3.46
6%	2.88	3.09	3.52



Gambar 10. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Ukuran 40x1.5 mm

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Rata-rata Ukuran 50x3 mm

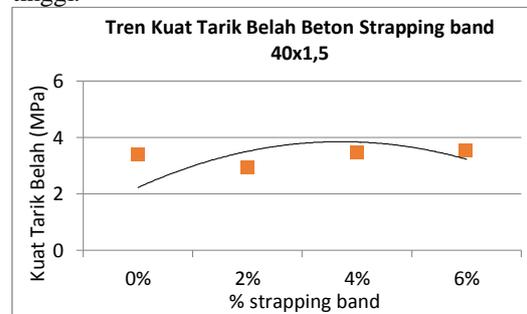
% Strapping band Uk.50x3 mm	Kuat Tekan (Mpa)		
	Umur 7 Hari	Umur 14 Hari	Umur 28 Hari
0%	2.68	2.78	3.39
2%	2.98	3.18	3.41
4%	2.34	2.85	3.47
6%	2.37	2.81	3.37



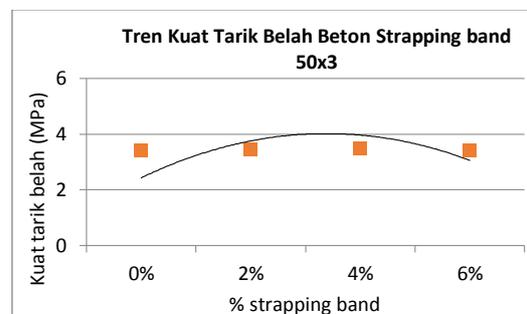
Gambar 11. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Ukuran 50x3 mm

Tabel 7 dan Gambar 11 menunjukkan nilai kuat tarik belah beton dengan campuran *strapping band* ukuran 50x3 mm. Dari hasil pengujian didapatkan beton serat 2%, dan 4% pada umur 14, dan 28 hari mengalami peningkatan, bila dibandingkan dengan nilai kuat tarik belah beton normal. Pada beton campuran *strapping band* 6% memperoleh hasil lebih rendah jika dibandingkan dengan beton 0%. Diketahui prosentase yang menghasilkan kuat tarik belah paling optimum pada umur 28 hari adalah beton *strapping band* 4%, dan lebih tinggi dari beton 0% sekitar 1.02%. Hal ini menunjukkan bahwa *strapping band* di atas 4% tidak meningkatkan kuat tarik belah beton.

Dari hasil kuat tarik belah kedua variasi ukuran, pada beton menggunakan *strapping band* ukuran 40x1.5 mm didapat nilai kuat tarik belah tertinggi usia 28 hari pada beton *strapping band* 6% yaitu sebesar 3.52 MPa, lebih tinggi 1.04% dari beton normal. Pada ukuran 50x3 mm didapat kuat tarik belah tertinggi usia 28 hari pada beton *strapping band* 4% yaitu sebesar 3.47, MPa lebih tinggi 1.02% dari beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran *strapping band* mempengaruhi kekuatan tarik belah beton. *Strapping band* berukuran kecil akan menghasilkan nilai kuat tarik belah yang lebih tinggi.



Gambar 12. Tren Nilai Kuat Tarik Belah



Gambar 13. Tren Nilai Kuat Tarik Belah

SIFAT KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT MENGGUNAKAN LIMBAH *STRAPPING BAND*

(Hajar Khoirunnisaa', Utari Khatulistiani)

Untuk mengetahui prosentase *strapping band* pada campuran beton yang dapat menghasilkan nilai kuat tarik belah optimal, maka dilakukan analisa statistika. Dari Gambar 12 dan 13 menunjukkan hasil analisa statistika nilai kuat tarik belah beton *strapping band* ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm umur 28 hari didapat prosentase yang akan menghasilkan nilai kuat tarik belah optimal yaitu prosentase sekitar 3% hingga 4%. Dapat diartikan campuran beton *strapping band* baik ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm sebesar 3% hingga 4% memungkinkan akan memperbaiki sifat kuat tarik beton.

4.5 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah

Nilai kuat tarik belah beton tidak berbanding lurus dengan nilai kuat tekan. Suatu perkiraan nilai kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya (Zuraidah & dkk, 2018). Hasil perhitungan rasio ditampilkan pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Perbandingan Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tekan Ukuran 40x1.5 mm

% <i>Strapping band</i>	F_t (MPa)	f_c' (MPa)	rasio (%)
0	3.39	33.39	10.2
2	2.93	26.59	11
4	3.46	30.72	11.3
6	3.52	31.89	11.1

Tabel 9. Perbandingan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Ukuran 50x3 mm

% <i>Strapping band</i>	f_t (MPa)	f_c' (MPa)	rasio (%)
0	3.39	33.39	10.2
2	3.41	34.1	10
4	3.47	33.29	10.4
6	3.37	32.16	10.5

Dari Tabel 8 dan Tabel 9 dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik belah tidak berbanding lurus dengan nilai kuat tekan. Dapat dianalisa bahwa nilai rasio kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton *strapping band* ukuran 40x1.5 mm pada prosentase 2%, 4%, 6% lebih tinggi dari nilai rasio pada beton 0%. Rasio tertinggi diperoleh pada beton *strapping band* 4%, dan lebih tinggi dari nilai rasio beton 0%.

Pada beton *strapping band* 4% dan 6% ukuran 50x3 mm, nilai rasio kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton lebih tinggi dari nilai rasio beton 0%. Rasio tertinggi diperoleh pada beton *strapping band* 6% dan lebih tinggi dari nilai rasio beton 0%. Tabel 8 dan 9 menunjukkan bahwa rasio nilai kuat tarik belah diperoleh

sekitar 10-11% terhadap nilai kuat tekan. Umumnya nilai rasio kuat tarik terhadap beton adalah 9-15%. Hal ini menunjukkan bahwa beton *strapping band* sebagai beton serat mampu meningkatkan kekuatan tarik beton.

4.6 Hasil Uji Kuat Lentur

Hasil uji kuat lentur ditampilkan pada Tabel 10 dan 11, menunjukkan bahwa nilai kuat lentur beton yang menggunakan ukuran 40x1.5 mm campuran *strapping band* 2% yaitu 7.00 MPa, nilai tersebut lebih tinggi 1.43% dari beton normal, dan pada campuran *strapping band* 6% yaitu 7.03 MPa, lebih tinggi 1.44% dari beton normal. Hasil uji kuat lentur balok beton yang menggunakan ukuran 50x3 mm campuran *strapping band* 2% yaitu 6.36 MPa, lebih tinggi 1.3% dari beton normal, dan campuran *strapping band* 6% yaitu 6.20 MPa, lebih tinggi 1.27% dari beton normal. Beton *strapping band* ukuran 40x1.5 mm menghasilkan kuat lentur lebih tinggi disbanding ukuran 50x3 mm. Dari pembahasan tersebut diketahui bahwa beton *strapping band* layak digunakan pada balok untuk menambah kekuatan lentur pada beton.

Tabel 10. Hasil Uji Kuat Lentur

% Strapping Band Uk.40x1.5 mm	Kuat Lentur (Mpa) Umur 28 Hari
0	4.87
2	7.00
6	7.03

Tabel 11. Hasil Uji Kuat Lentur

% Strapping Band Uk.40x1.5 mm	Kuat Lentur (Mpa) Umur 28 Hari
0	4.87
2	6.36
6	6.20

4.7 Pengujian Resapan Beton

Dari Tabel 12 dan Tabel 13 diketahui bahwa beton *strapping band* menghasilkan nilai resapan sedikit lebih tinggi dari beton tanpa *strapping band*. Hal ini menunjukkan bahwa *strapping band* tidak berpengaruh banyak terbentuknya rongga atau pori di dalam matriks beton. Tabel 12 menunjukkan pada *strapping band* 2%, 4%, 6% ukuran 40x1.5 mm mengalami peningkatan nilai resapan seiring bertambahnya prosentase *strapping band*, yaitu sebesar 2.0%, 1.9%, 1.7%, dan terjadi peningkatan nilai kuat tekan yaitu sebesar 26.59 MPa, 30.72 MPa, 31.89 MPa. Pada Tabel 12 pada *strapping band* 2%, 4%, 6% ukuran 50x3 mm mengalami peningkatan nilai resapan

seiring bertambahnya prosentase *strapping band*, yaitu sebesar 1.4%, 1.8%, 1.9%, dan terjadi penurunan nilai kuat tekan sebesar 34.10 MPa, 33.29 MPa, 32.16 MPa. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa nilai resapan beton sangat erat hubungannya dengan kekuatan beton. Semakin tinggi nilai resapan beton maka sedikit menurunkan mutu beton.

Tabel 12. Hubungan Nilai Resapan Beton Dan Kuat Tekan Beton

% Strapping band 40 x 1.5 mm	Rata-rata Kuat tekan (Mpa)	Rata-rata Resapan (%)
0	33.39	1.0
2	26.59	2.0
4	30.72	1.9
6	31.89	1.7

Tabel 13. Hubungan Nilai Resapan Beton Dan Kuat Tekan Beton

% Strapping band 50 x 3 mm	Rata-rata Kuat tekan (Mpa)	Rata-rata Resapan (%)
0	33.39	1
2	34.1	1.4
4	33.29	1.8
6	32.16	1.9

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan beton *strapping band* dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Beton dengan campuran limbah *strapping band* ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm diperoleh nilai kuat tekan rata-ratanya mencapai sekitar 30 MPa, menunjukkan bahwa beton tersebut dapat digunakan untuk material struktur.
2. Beton dengan campuran limbah *strapping band* ukuran 40x1.5 mm dan 50x3 mm dapat meningkatkan kuat tarik belah beton sekitar 1% dari beton tanpa *strapping band*. Dengan adanya penambahan serat akan membuat ikatan diantara agregat untuk menahan gaya tarik lebih besar.
3. Beton *strapping band* 6% dengan ukuran 40x1.5 mm menghasilkan kuat tarik belah lebih tinggi dibanding ukuran 50x3 mm. Semakin kecil ukuran *strapping band* dapat membuat ikatan yang lebih kuat di antara agregat untuk menahan gaya tarik. Rasio nilai kuat tarik belah beton *strapping band* terhadap nilai kuat tekan diperoleh sekitar 10-11%.

4. Hasil dari pengujian resapan beton dapat disimpulkan bahwa *strapping band* di dalam beton mempengaruhi nilai resapannya. Semakin tinggi nilai resapan pada beton akan sedikit berpengaruh menurunkan nilai kuat tekan beton.
5. Ditinjau dari variasi ukuran *strapping band*, beton serat *strapping band* yang mengalami nilai kuat tekan optimum pada *strapping band* ukuran 50x3 mm prosentase 2%, dan nilai kuat tarik belah optimum pada *strapping band* ukuran 40x1.5 mm prosentase 6%. Menunjukkan bahwa *strapping band* ukuran kecil akan meningkatkan kuat tarik belah, dan ukuran lebih besar untuk menahan kuat tekannya. Artinya penambahan serat *strapping band* dapat disesuaikan sesuai kebutuhan.

5.2 Saran

1. Lebih memperhatikan keteraturan dan waktu pengadukan beton, karena cukup berpengaruh pada hasil campuran beton.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan benda uji balok untuk mengetahui kuat lentur beton serat.
3. Perlu memperhatikan saat meletakkan benda uji pada alat uji tekan, karena jika tidak presisi posisi benda uji akan membuat beton tersebut tidak mencapai kekuatan tekan yang seharusnya.
4. Diharapkan penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti selanjutnya untuk mengetahui kuat tarik belahnya menggunakan lebih banyak variasi prosentase *strapping band*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, J. (2020). Pengaruh Penggunaan variasi Serat Tali Strapping Band Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. *Diploma thesis, Universitas Bina Darma*, 1-15.
- ASTM International. (1995). ASTM C 117-95 . Dalam *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No.200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. United States.
- ASTM International. (1997). ASTM C 29/C 29M-97. Dalam *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate*. United States.
- ASTM International. (2001). ASTM C 128-01. Dalam *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific*

SIFAT KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON SERAT MENGUNAKAN LIMBAH *STRAPPING BAND*

(Hajar Khoirunnisaa', Utari Khatulistiani)

- Gravity*), and *Absorption of Fine Aggregate*. United States.
- ASTM International. (2001). ASTM C136-01. Dalam *Standard test method for sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. United States.
- ASTM International. (2003). ASTM C33-03. Dalam *tandard Specification for Concrete Aggregates*. United States.
- C642-06, A. (t.thn.). *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*.
- Darma, E. S. (2013). *Pengaruh Penggunaan Serat Polypropylene Dari Bahan Strapping Band Terhadap Kemampuan Mekanik Propertis Beton*. Universitas Sumatera Utara, Jl. Perpustakaan No.1 Kampus USU Medan, hal-6.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1971). *Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PBI)*. Bandung, Indonesia.
- Dina. (1999). *Pengaruh Penggunaan Polypropylene Fiber Terhadap Penyusutan Pada Saat Pre-hardening Stage*. *Teknik Sipil UPN "Veteran" Jawa Timur*.
- Dwicaahyo, A. (2019). *Kajian Kuat Lekat dan Kuat Tarik Langsung Pada Beton Ringan Memadat Mandiri Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Genteng Dengan Variasi Visconcrete*. Surakarta-Fak. Teknik, Vol. 7. No. 5.
- Faldo, F. (2021). *Pengaruh Efektifitas Penggunaan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. Vol. 2, No. 1.
- Fernandez, MGO. dan Khatulistiani, Utari (2021). *Pemanfaatan Limbah Sandal Karet Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton*, Jurnal Axial, Vol 9, No 1, hal.041-050
- H, V. V. (2004). *Elemen-Elemen Ilmu dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga, Jakarta.
- Irawan, D. dan Khatulistiani, Utari (2021) *Substitusi Agregat Kasar Menggunakan Pecahan Tempurung Kelapa Pada Campuran Beton Normal*, Jurnal Axial, Vol 9, No 1, hal.061-070
- Jurianto, G. (2011). *Laporan Kerja Praktek Proyek Pembangunan Hotel MM Yogyakarta*. Yogyakarta: Academia Edu.
- Karunia Packaging Sembada, CV. (2021). *www.kpsembada.com*. Dipetik Desember 2021, dari <https://kpsembada.com>: <https://kpsembada.com/tali-strapping-band-surabaya/> (diunduh tanggal 21 November 2021)
- Khatab, S. H. (2018). *Mechanical Properties of Concrete Contain Waste Fibers of Plastic Straps*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- Kawuluan, J. A. (2019). *Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Serat Kawat Bendrat dengan Variasi Sudut Tekuk Pada Kedua Ujungnya*. Jurnal Sipil Statik, 14. Vol. 7, No. 5.
- L. J. Murdock, K. B. (1979). *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga, Jakarta.
- McArthur, Hugh, & Spalding, D. (2004). *Engineering materials science: properties, uses, degradation and remediation*. Chichester, U.K.
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Pandaleke, R. E. (2017). *Perbandingan Uji Tarik Belah Langsung dan Uji Tarik Belah Tidak Langsung*. Jurnal Sipil Statik, 649-66. Vol.5, No. 10. perawatansipil.com. (2019). perawatansipil.com. (diunduh pada tanggal 8 Desember 2021)
- Prayitno, S. (2018). *Pengaruh Penggantian Semen Dengan Serbuk Kaca dan Penambahan Serat Kawat Galvanis Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang*. Matriks Teknik Sipil.
- Pujo Aji., R. P.-U. (2010). *Pengendalian Mutu Beton*. ITSPRESS.
- Rahma, A. (2020). *Pengaruh Serat Limbah Strapping Band Pada Beton Ringan Campuran Styrofoam Dengan Bahan Tambah Sika Viscocrete-1003*. 144.
- SNI 03-1972-1990. (1990). *Metode Pengujian Slump Beton*. Dalam Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

- SNI 03-1974-1990. (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Dalam Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum. Jakarta, Indonesia.
- SNI 03-2491-1991. (1991). *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Dalam Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Dalam Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung*. Dalam Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 03-2847-2013. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Dalam Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 15-2049-2004. (2004). *Semen Portland*. Dalam Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI-03-6861.1-2002. (2002). *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A*. Dalam Departemen Pekerjaan Umum.
- Soroshian , & Bayasi. (1987). *Concept of Fiber Reinforced Concrete*. Michigan: Proceeding of The Internasional on Fiber Reinforced Concrete, Michigan University.
- Tjokrodinuljo, M. I. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Vlack, Lawrence H. Van. (1989). *Elements of Materials Science and Engineering*. Massachusetts : Addison-Wesley.
- Yohanes L.D Adianto, T. B. (2004). Pengaruh Penambahan Serat Nylon Terhadap Kinerja Beton. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 12. Vol. 12, No. 2.
- World Expert Indonesia, CV. (2018). *www.indotrading.com*. Retrieved from <https://www.indotrading.com/worldexpertindonesia/strapping-band-tali-strapping-p763498.aspx> (diunduh tanggal 21 November 2021)
- Zulfah, A. (2019). Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan, Berat Jenis dan Penyerapan Air Pada Beton.
- Zuraidah, S. (2019). Utilization of Strapping Band Waste for Reviewed Mortar Againsts Compressive and Split Tensile Strength. *Journal of Physics* , 8.
- Zuraidah, Bambang, Budi, Maria. (2018). Penggunaan Serat Polypropylene Dari Limbah Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat. *Seminar Nasional Ilmu Terapan*.