

PENGGUNAAN SERAT POLYPROPYLENE DARI LIMBAH STRAPPING BAND TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON RINGAN

Safrin Zuraidah¹, Bambang Sujtmiko², K Budi Hastono³, Maria Adelina Lidia⁴
Universitas Dr Soetomo Surabaya
Safrin.Zuraidah@unitomo.ac.id¹⁾, Bambang.sujtmiko@unitomo.ac.id²⁾

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan sangat pesat terutama dibidang konstruksi yang mendorong meningkatnya kebutuhan akan bahan bangunan termasuk beton. Untuk menjawab persoalan tersebut perlu dilakukan sebuah inovasi untuk mendapatkan bahan bangunan yang berkualitas. Dalam penelitian ini menambahkan limbah serat *polypropylene* dari bahan *strappingband* ke dalam campuran beton ringan untuk memperbaiki kinerja beton terutama kuat tarik belahnya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Terdapat dua variabel dalam penelitian ini antara lain variabel bebas yaitu persentase penambahan serat *polypropylene* dari bahan *strappingband* FS- 0%, FS-3%, FS-6% FS-9% dan variabel tak bebas yaitu *workability* yang dinyatakan dalam *nilai slump* kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan. Adapun faktor lain seperti susunan gradasi, bentuk dan ukuran gradasi, proporsi campuran, bahan, perawatan selama proses pengerasan dan sebagainya dianggap sebagai variabel yang tidak berpengaruh. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Dr. Soetomo Surabaya. Hasil Beton ringan dengan penambahan fiber strapping band pada umur 28 hari terdapat pada (FS-9%), kuat tekan maksimum sebesar 8,58 N/mm² dan kuat tarik belah maksimum terdapat (FS-9%), sebesar 0,45 N/mm². Sedangkan berat volume sebesar 1140 kg/m³. Lebih ringan dari beton ringan yang mengandung agregat – agregat ringan dan mempunyai berat jenis 1900 kg/m³ Menurut SNI 03-2847-2002.

Kata kunci: beton serat, kuat tekan, kuat tarik belah

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan di bidang konstruksi yang semakin maju dan serba canggih, teknologi beton mempunyai potensi yang luas dalam bidang konstruksi. Hal ini menyebabkan beton banyak digunakan untuk konstruksi bangunan gedung, jembatan, dermaga dan lain-lain. Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Dengan semakin besar pemanfaatan beton sebagai bahan konstruksi maka perlu dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan performance beton yang digunakan. Beton secara kualitas cukup bagus dalam menahan beban tekan namun tidak terlalu bagus dalam menahan beban tarik karena beton memiliki modulus elastisitas yang cukup rendah. Untuk mengatasi kelemahan beton tersebut telah banyak upaya yang dilakukan, seperti dengan memanfaatkan limbah dari berbagai jenis serat (*fiber*) sebagai salah satu material penyusun beton. Sehingga dengan penambahan serat tersebut diharapkan dapat

meningkatkan performa beton terutama dari segi menahan beban tarik.

Limbah secara umum didefinisikan sebagai substansi atau suatu objek dimana pemilik punya keinginan untuk membuangnya. Keberadaan limbah dalam jumlah yang besar dapat merusak lingkungan. Data dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Surabaya pada tahun 2014, jumlah sampah atau limbah padat yang dihasilkan kota Surabaya setiap hari mencapai 1400 ton hingga 1600 ton. Limbah tersebut berupa limbah padat yang dihasilkan dari aktifitas perumahan, pertanian, maupun limbah industry.

Melihat fenomena di atas maka disini perlu untuk melakukan pemanfaatan kembali atau daur ulang material limbah tersebut untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Dengan semakin banyaknya penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan performa beton dengan memanfaatkan limbah seperti pemanfaatan limbah sekam padi dan lain-lain, maka dalam penelitian ini di coba menggunakan *polypropylene* dari *strapping band* sebagai salah satu material penyusun beton untuk mendapat

sifat-sifat mekanik beton yang lebih baik yang meliputi peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Beton adalah campuran agregat kasar, agregat halus, air dan semen sebagai pengikat dan pemngisih antara agregat kasar dan halus, serta kadang-kadang ditambah dengan admixture bila diperlukan sehingga membentuk massa padat.

Beton yang bermutu baik ialah beton yang sesuai dengan perencanaan dan material yang sangat awet serta bebas pemeliharaan untuk beberapa tahun dan beton dapat dicetak sesuai yang dikehendaki.

B. Definisi Beton

Menurut [1], beton merupakan suatu komposisi bahan yang terdiri terutama dari media pengikat yang di dalamnya tertanam partikel atau pigmen agregat. Pada beton dengan semen hidraulis, pengikat terbentuk oleh campuran semen hidraulis dan air.

C. Beton Berserat

Beton berserat adalah beton yang dalam proses pembuatannya ditambahkan serat (*fiber*) dalam adukan. Dengan dimasukkannya serat ke dalam beton maka akan didapatkan peningkatan kinerja dari pada beton, seperti peningkatan penyerapan energi, pengurangan retak plastis pada umur awal, mengontrol retak dan juga *spalling* ketika beton sudah retak. Penggunaan serat dalam beton juga dapat meningkatkan daktilitas beton dari sifat yang getas menjadi lebih daktil.

Menurut [2] keuntungan penggunaan serat dalam beton adalah dapat meningkatkan beban kejut, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap pengaruh susut, dapat meningkatkan kekuatan lentur (*flexural strength*), dan meningkatkan kekuatan geser balok beton serat.

Penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan:

Menurut [3], “*Penggunaan Serat Polypropylene Dari Bahan Strapping Band Terhadap Kemampuan Mekanik Propertis Beton*”, menyatakan bahwa Penambahan serat *poliprohylene* dapat meningkatkan kuat lentur sebesar 4,12 %, dan mengurangi kuat tekan sebesar 2,77 % pada penambahan serat sebesar 3 %.

Menurut [4], “*Studi Pengaruh Serat Polypropylene (PP) Terhadap Kuat Tekan Beton SCC*”, menyatakan bahwa kadar *Polypropylene (PP)* optimum adalah 1,20 % kali berat semen yang memberi peningkatan kuat tekan 20% lebih tinggi dari pada kuat tekan beton SCC dan kuattarik belah 5,0% lebih tinggi dari pada kuattarik belah beton SCC tanpa *Polypropylene (PP)*

Menurut [5], “*Permanfaatan Limbah Polyester Strapping Band Untuk Mortar Fiber Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan*”, menyatakan bahwa Peningkatan kuat tarik belah mortar yang optimum terjadi pada variasi fiber 5% sebesar 1,03 MPa

D. Material Penyusun Beton

1. Semen portland

Dari bebrapa jenis semen, yang sering digunakan dalam konstruksi beton adalah jenis semen Portland. Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling kelingker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama hahan utamanya.

2. Agregat

Agregat merupakan komponen yang cukup penting dalam material penyusun beton. Selain berpengaruh terhadap jenis dan kekuatan beton yang dihasilkan, agregat juga berpengaruh terhadap nilai ekonomis beton karena material ini mudah didapat dan relatif murah. Proporsi agregat dalam campuran beton kira-kira 70% – 80% volume beton.

3. Air

Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, tidak boleh mengganggu minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangnya.

4. Bahan Tambahan

Bahan tambah adalah bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung [1]. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat- sifat dari beton segar

menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

E. Kuat Tekan Beton

Kuat desak beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji. Kuat tekan beton ditentukan perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air, & berbagai jenis campuran.

F. Kuat Tarik Belah Beton

Nilai Kuat tarik bahan beton tidak berbanding lurus. peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Suatu perkiraan kasar nilai kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9% -15% dari kuat tekannya.

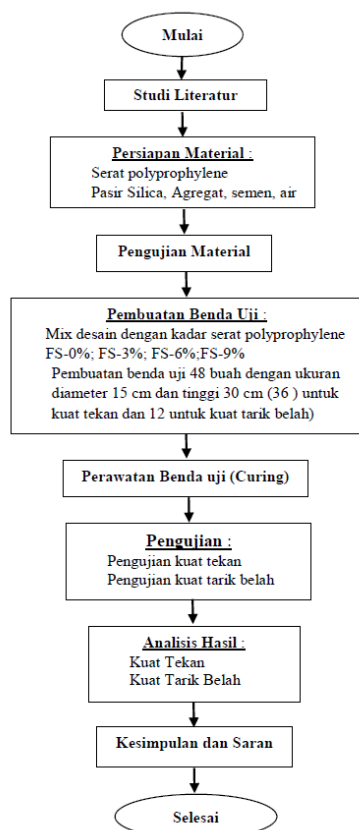
2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Dr. Soetomo Surabaya.

2.2. Rancangan Penelitian

Secara umum tahapan penelitian dijelaskan melalui diagram alir penelitian seperti gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.3. Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase penambahan serat *strapping band*, sedangkan variabel tidak bebas adalah *workability* yang dinyatakan dalam *nilai slump* kuat desak dan kuat tarik belah beton. Adapun faktor lain seperti susunan gradasi, bentuk dan ukuran gradasi, proporsi campuran, bahan, perawatan selama proses pengerasan dan sebagainya dianggap sebagai variabel yang tidak berpengaruh.

2.4. Pengujian Mutu Material

1. Pengujian bahan semen

Dalam pengujian bahan semen ini semen yang dipakai adalah semen Portland type I yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik. Pengujian bahan semen meliputi Percobaan konsistensi normal semen Portland (ASTM C 187 – 86), waktu pengikatan dan pengerasan semen (ASTM C 191 – 92), berat jenis semen (ASTM C 188 – 89), dan berat volume semen (ASTM C 188 – 89)

2. Pengujian material agregat

Dalam penelitian ini agregat yang digunakan adalah agregat yang berasal dari daerah Lumajang dan Mojokerto. Pengujian material agregat meliputi percobaan kelembaban (ASTM C 556 – 89), berat jenis (ASTM C 128 – 93), air resapan pasir (ASTM C 128 – 93), berat volume (ASTM C 29/C 29 M – 91), kebersihan terhadap bahan organik (ASTM C 40 – 92), kebersihan terhadap lumpur (pengendapan), kebersihan terhadap lumpur (pencucian) (ASTM C 117 – 95), dan percobaan analisa saringan (ASTM C 136 – 95a)

3. Peralatan yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang tersedia di Laboratorium Teknologi Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas DR. Soetomo Surabaya.

4. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Dalam perhitungan rencana campuran dilakukan dengan menggunakan metode DOE.

2.5. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 30 buah benda uji, dengan pembagian seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 1 Jumlah Benda Uji untuk Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

Kode Benda Uji	Umur Benda Uji (hari)	Jumlah Benda Uji (Silinder)	
		Kuat tekan	Kuat tarik belah
FS- 0%	7	3	-
	14	3	-
	28	3	3
FS- 3%	7	3	-
	14	3	-
	28	3	3
FS -6%	7	3	-
	14	3	-
	28	3	3
FS -9%	7	3	-
	14	3	-
	28	3	3
Jumlah		36	12

2.6. Tahapan Perawatan Benda Uji (Curing)

Perawatan beton dimaksudkan untuk menjamin agar proses hidrasi dapat berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada beton dan mutu beton dapat terjamin. Perawatan ini dilakukan dengan cara merendam benda uji pada hari kedua setelah pengecoran selama 28 hari,

2.7. Tahapan Pengujian

1. Uji Kuat Tekan Beton

Kuat desak beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila diberi beban dengan gaya desak tertentu yang dihasilkan oleh mesin desak. Pengujian kuat desak silinder beton dengan menggunakan mesin desak (*Compression Testing Machine*) di Laboratorium Teknologi Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Dr. Soetomo.

Untuk mendapatkan besaran kuat hancur dari benda uji tersebut dilakukan perhitungan dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

$f'c$: Kuat tekan benda uji (MPa)

A : Luas permukaan benda uji (mm²)

P : Beban tekan maksimum (N)

2. Uji Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton juga menggunakan mesin uji desak (*Compression Testing Machine*). Langkah-langkah pengujian sama dengan uji kuat Tekan, tetapi silinder diletakkan pada alat pembebanan dengan posisi mendatar (rebah). Beban P bekerja pada kedua sisi silinder sepanjang l dan disebarluaskan seluas selimut silinder. Secara berangsur-angsur beban dinaikkan sehingga mencapai nilai maksimum dan silinder terbelah oleh gaya tarik horizontal. Dari beban maksimal yang dapat diterima, kekuatan tarik belah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$$

Keterangan :

σ_t : Kuat tarik belah (kg/cm²)

P : Beban maksimum (Kg)

L : Panjang dari silinder (cm)

d : Diameter silinder (cm)

2.8. Tes Porositas

Pengujian porositas dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder dengan ukuran diameter 5 cm dan tinggi 10 cm pada umur 28 hari. Perhitungan porositas dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$Porositas = \frac{m_b - m_k}{V_b} \times \frac{1}{\rho_{air}} \times 100\%$$

Keterangan :

m_b = berat basah benda uji

m_k = berat basah benda uji

v_b = volume benda uji

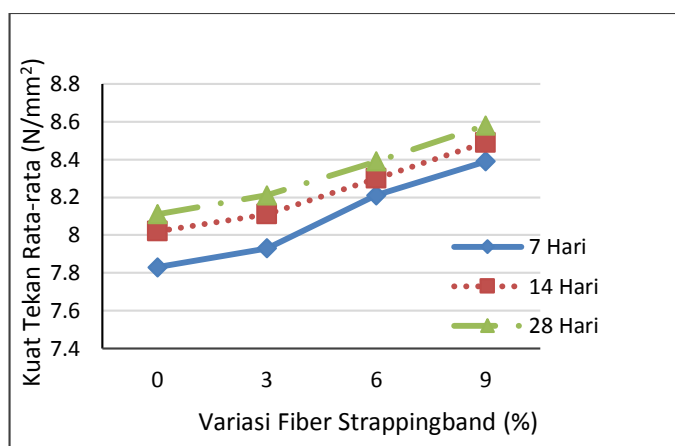
ρ_{air} = massa jenis air

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 2 Hubungan Komposisi Serat dengan Kuat Tekan

Umur (Hari)	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Beton Rata-rata (N/mm ²)	Presentase Peningkatan Kuat Tekan (%)
7	FS-0%	7,83	0
14		8,02	2,43
28		8,11	2,36
7	FS-3%	7,93	0
14		8,11	2,26
28		8,21	1,23
7	FS-6%	8,21	0
14		8,30	1,09
28		8,39	1,08
7	FS-9%	8,39	0
14		8,49	1,19
28		8,58	1,06



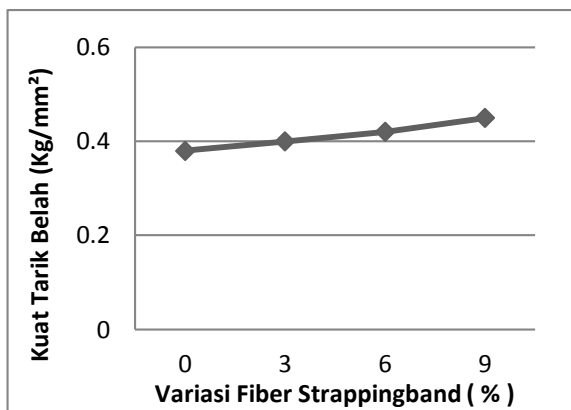
Gambar 1 Grafik peningkatan kuat tekan

Dari tabel 2 dan grafik pada gambar 1, dapat dilihat bahwa kuat tekan beton variasi meningkat seiring dengan umur beton. Untuk beton Variasi 1 (normal) pada umur 7 hari mempunyai kuat tekan sebesar 7,83 N/mm² dan pada umur 14 hari mengalami peningkatan sebesar 2,43% yaitu mencapai 8,02 N/mm², dan pada umur 28 hari juga mengalami peningkatan sebesar 2,36 % yaitu mencapai 8,21 N/mm². Beton Variasi 2 (FS 3%) pada umur 7 hari mempunyai kuat tekan sebesar 7,93N/mm² dan mengalami peningkatan sebesar 2,26% pada umur 14 hari yaitu 2,26 N/mm² dan pada umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 1,23 % yaitu 8,11 N/mm². Beton (FS-6%) pada umur 7 hari mempunyai kuat tekan sebesar

8,21 N/mm² dan mengalami peningkatan sebesar 1,09% pada umur 14 hari yaitu mencapai 8,30 N/mm² dan pada umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 1,08% yaitu 8,39N/mm². Beton Variasi 4 (FS-9%) pada umur 7 hari mempunyai kuat tekan sebesar 8,39 N/mm² dan mengalami peningkatan sebesar 1,19% pada umur 14 hari yaitu 8,49 N/mm² dan pada umur 28 hari mengalami peningkatan sebesar 1,06% yaitu mencapai 8,58 N/mm²

Tabel 3 Hubungan Komposisi Serat dengan Kuat Tarik belah

Kode Benda Uji	Kuat Tarik Belah (Kg/cm ²)	Perubahan Kuat Tarik Belah (%)	Keterangan
FS-0%	0,38	0	-
FS-3%	0,40	5,26	Meningkat
FS-6%	0,42	10,52	Meningkat
FS-9%	0,45	18,42	Meningkat



Gambar 2 Grafik peningkatan kuat tarik belah

Dari tabel 3 dan grafik pada gambar 2, bahwa kuat tarik belah beton kekuatannya bertambah seiring meningkat dengan bertambahnya presentase fiber pada beton, hingga pada komposisi tertentu (setelah mencapai presentase fiber maksimum). kuat tarik belah beton pada (FS-3%) mengalami peningkatan sebesar 0,40 N/mm² (5,26%), pada (FS-6%) mengalami peningkatan sebesar 0,42 N/mm² (10,52%), dan pada (FS-9%) juga mengalami peningkatan sebesar 0,45 N/mm² (18,42).

Tabel 4 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Kode Benda Uji	Kuat Tekan f' _c (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah f (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan $x = \frac{\sigma_t}{f'_c} \times 100\%$
FS-0%	8,11	0,38	0,13
FS-3%	8,21	0,40	0,14
FS-6%	8,39	0,42	0,15
FS-9%	8,58	0,45	0,15

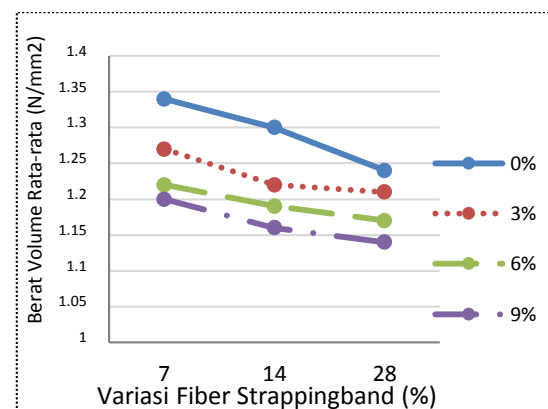
Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa :

1. Beton ringan Normal 0%, memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan : $f'_{ct} = 0,13\sqrt{f'_c}$
2. Beta ringan variasi fiber strappingband 3%, %, memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan : $f'_{ct} = 0,14\sqrt{f'_c}$
3. Beta ringan variasi fiber strappingband 6%, %, memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan : $f'_{ct} = 0,15\sqrt{f'_c}$
4. Beta ringan variasi fiber strappingband 9%, %, memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan : $f'_{ct} = 0,15\sqrt{f'_c}$

Hasil hubungan antara nilai kuat tekan dan nilai kuat tarik belah yang diperoleh dari penelitian ini berbeda dengan hubungan kuat tarik belah dan kuat tekan menurut SNI T-15-1991 yang menyatakan $f'_t = 0,7\sqrt{f'_c}$, karena penelitian sekarang campurannya tidak menggunakan batu apung (batu pecah), tentunya hasil penelitiannya lebih kecil .

Tabel 5 Hasil Uji Berat Volume

Umur (Hari)	Kode Benda Uji	Variasi Fiber strappingband (%)	Berat Volume Rata-rata (kg/cm ³)
7	FS-0%	0	1,34
14			1,30
28			1,24
7	FS-3%	3	1,27
14			1,22
28			1,21
7	FS-6%	6	1,22
14			1,19
28			1,17
7	FS-9%	9	1,20
14			1,16
28			1,14



Gambar 3 Grafik hubungan antara berat volume pada umur beton dengan variasi fiber strappingband.

Dari Tabel 5 dan Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan fiber strappingband pada campuran Beton ringan maka berat volume beton ringan akan semakin menurun secara signifikan. Berat volume Beton ringan normal yang tanpa menggunakan fiber strappingband lebih berat dibandingkan dengan berat volume yang menggunakan fiber strappingband. Pada Beton variasi penggunaan fiber strappingband justru semakin meringankan berat volume Beton ringan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Universitas DR. Soetomo Surabaya mengenai pengaruh penggunaan limbah serat polypropylene dari bahan strapping band terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton dapat disimpulkan bahwa:

- Pengaruh kuat tekan dan kuat tarik belah Beton ringan menunjukkan bahwa penambahan serat poliprohylene dari bahan strapping band dapat meningkatkan kuat tarik belah, namun di sisi lain dapat menurunkan kuat tekan Beton.
- Kuat tekan maksimum Beton ringan dengan bahan tambahan fiber strapping band pada FS 9%, pada umur 28 hari sebesar 8,58 N/mm²(1,06 %).
- Kuat tarik belah maksimum Beton ringan dengan penambahan fiber strappingband pada FS 9% , umur 28 hari dengan kuat tarik belah sebesar 0,45 N/mm²(18,42 %).

4.2. Saran

Dengan melihat hasil penelitian ini peneliti menyarankan:

- Beton yang menggunakan limbah serat polypropylene dari bahan strapping band ini dapat digunakan dalam struktur yang memikul beban tarik seperti pada selimut balok bagian bawah untuk balok yang terletak pada dua tumpuan dan pada pelat lantai atap yang mengalami rangkai dan susut yang cukup tinggi akibat bersinggungan langsung dengan mata hari.
- Untuk pemakain agregat halus (pasir) bisa menggunakan pasir silika dari Tuban supaya

bisa mendapatkan variasi Beton ringan yang lebih ringan dan kuat beton ringan yang optimal.

- Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan mengkombinasikan dengan bahan tambahan lain seperti superplasticer untuk mendapatkan beton ringan yang dapat digunakan pada elemen struktural.

5. DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. (1997), Foaming Agents for Use in Producing Cellular Concrete Using Preformed Foam, ASTM C 796 – 87.
- ASTM Standart, 2002, ASTM C 270, “standart kuat tekan mortar atau plesteran”, ASTM Internasional West Conshohocken.
- Aji, P., Purwono, R..Pengendalian Mutu Beton. Surabaya: itspress.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. SNI 03-6882 Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan, Yayasan LPMB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971), Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2011, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji
- Eka Saputra Panca Darma, dkk, Penggunaan Penggunaan Serat *Polypropylene* Dari Bahan *Strapping-Band* Terhadap Kemampuan Mekanik Propertis Beton. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Mulyono, T. Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.
- Nugraha, P., Antoni.. Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.
- Wahyu Kartini. Penggunaan Serat *Polypropylene* Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton. UPN,
- Sudirman Sitang, dkk. *Studi Pengaruh Serat Polypropylene (PP)* Terhadap Kuat Tekan Beton SCC. Universitas Hasanudin, Makasar
- Hibbati Tiro. Permanaftaan Limbah *Polyester Strapping Band* Untuk Mortar Fiber Ditinjau Terhadap Kuat Tarik & Kuat Tekan. Universitas DR. Soetomo, Surabaya.

Safrin Zuraidah dkk. Penggunaan Serat Polypropylene Dari Limbah Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan