

# PEMANFAATAN LIMBAH SERAT TALI BENESER DALAM MENINGKATKAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Afifah Agnia<sup>1</sup>, Kusno Adi Sambowo<sup>2</sup>, Sittati Musalamah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka Raya No. 11, DKI Jakarta, 13220, Indonesia

E-mail: [Kusno\\_as@yahoo.uk](mailto:Kusno_as@yahoo.uk)

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan limbah serat tali beneser (*strapping band*) dalam meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan ukuran penampang serat 2-3 mm dan panjang 60 mm dengan variasi penambahan serat 0 kg/m<sup>3</sup>, 0,25 kg/m<sup>3</sup>, 0,5 kg/m<sup>3</sup>, 0,75 kg/m<sup>3</sup>, dan 1 kg/m<sup>3</sup> beton. Kuat tekan rencana, yaitu 30 MPa. Benda uji berbentuk silinder ukuran 150 mm x 300 mm dengan perencanaan pembuatan beton mengacu pada SNI 03-2834-2000. Hasil pengujian dengan penambahan serat tali beneser (*strapping band*) pada kuat tekan beton dengan variasi 0 kg/m<sup>3</sup>, 0,25 kg/m<sup>3</sup>, 0,5 kg/m<sup>3</sup>, 0,75 kg/m<sup>3</sup>, dan 1 kg/m<sup>3</sup> secara berturut-turut adalah 12,55 MPa, 8,87 MPa, 16,608 MPa, 11,418 MPa, dan 12,644 MPa dengan nilai optimum kuat tekan beton sebesar 16,608 MPa pada variasi penambahan serat 0,5 kg/m<sup>3</sup>. Sehingga dari keseluruhan nilai kuat tekan yang didapat, tidak ada benda uji yang mencapai kuat tekan rencana. Sedangkan untuk hasil pengujian kuat tarik belah berturut-turut adalah 1,42 MPa, 0,8 MPa, 1,53 MPa, 1,06 MPa, dan 1,13 MPa dengan nilai kuat tarik belah optimum sebesar 1,53 MPa pada variasi penambahan serat 0,5 kg/m<sup>3</sup>.

**Kata kunci:** beton serat, tali beneser, *strapping band*, kuat tekan, kuat tarik belah.

## ABSTRACT

This study aims to determine the utilization of fiber rope waste (*strapping band*) in increasing the compressive strength and tensile strength of concrete with fiber cross-section size of 2-3 mm and length of 60 mm with variations in the addition of 0 kg/m<sup>3</sup>, 0,25 kg/m<sup>3</sup>, 0,5 kg/m<sup>3</sup>, 0,75 kg/m<sup>3</sup>, and 1 kg/m<sup>3</sup> concrete. The compressive strength of the plan is 30 MPa. The specimen is cylindrical size 150 mm x 300 mm with concrete making planning refers to SNI 03-2834-2000. The results with the addition of rope fibers (*strapping band*) shows the compressive strength of variations 0 kg/m<sup>3</sup>, 0,25 kg/m<sup>3</sup>, 0,5 kg/m<sup>3</sup>, 0,75 kg/m<sup>3</sup>, and 1 kg/m<sup>3</sup> respectively are 12,55 MPa, 8,87 MPa, 16,608 MPa, 11,418 MPa and 12,644 MPa with the optimum value of concrete compressive strength of 16,608 MPa at variations of the addition of 0,5 kg/m<sup>3</sup> of fibers. Thus from all the compressive strength values obtained, there are no concretes that reaches the compressive strength of the plan. Whereas the results of tensile strength test are 1,42 MPa, 0,8 MPa, 1,53 MPa, 1,06 MPa and 1,13 MPa respectively with the optimum tensile strength value of 1,53 MPa in variations of addition of 0,5 kg/m<sup>3</sup> fibers.

**Keywords:** fiber concrete, wasted fiber rope, *strapping band*, compressive strength, tensile strength

## PENDAHULUAN

Beton didefinisikan sebagai campuran antara semen, air, agregat (halus dan kasar), dan campuran lainnya, yang terkadang ditambahkan untuk memodifikasi sifat-sifat tertentu (Surahyo, 2019). Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat umum digunakan pada struktur bangunan seperti gedung, jembatan, jalan dan lain-lain. Hal ini dikarenakan beton memiliki kelebihan seperti relatif murah, mudah dalam pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk, dan tahan terhadap perubahan cuaca, api, dan korosi. Berdasarkan sifat mekaniknya, beton memiliki kelebihan, yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi yang dapat diperoleh apabila cara pemilihan, perencanaan, dan pengawasan dilakukan secara teliti terhadap komponen penyusunnya. Namun, beton juga memiliki kelemahan dalam menahan gaya tarik, kuat tarik beton hanya berkisar 9%-15% dari nilai kuat tekannya. Sehingga menyebabkan beton memiliki sifat getas dimana beton akan segera mengalami retak apabila mendapatkan gaya tarik yang terlalu besar (Mulyono, 2004).

Dalam industri konstruksi, beton pada umumnya digunakan dalam pembangunan gedung, jembatan, dan konstruksi jalan. Perkerasan jalan berdasarkan jenisnya dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku dan perkerasan komposit. Perkerasan lentur merupakan konstruksi perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, perkerasan kaku merupakan konstruksi perkerasan jalan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat, sedangkan perkerasan komposit merupakan kombinasi dari perkerasan lentur dan kaku (Lestari, 2013).

Pada perkerasan kaku, konstruksi yang digunakan adalah beton. Kuat tarik merupakan dasar perhitungan yang ditinjau dalam perhitungan perkerasan kaku. Namun, beton memiliki kuat tarik yang rendah sehingga diperlukan inovasi guna meningkatkan kuat tarik beton. Salah satu

cara untuk meningkatkan kuat tarik beton adalah dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton. Selain meningkatkan kuat tarik, kelebihan dalam penambahan serat dapat mencegah terjadinya retak awal akibat hidrasi, tahan terhadap beban kejut (*impact*) dan kelelahan (*fatigue*), mengurangi susut, dan lebih tahan terhadap keausan (*abrasion*), fragmentasi (*fragmentation*), dan *spalling* (Felany, 2004). Serat yang digunakan dapat berasal dari bahan alami seperti *asbestos*, *sisal* dan *cellulose* maupun bahan buatan seperti gelas, baja, karbon, dan *polymer* (Winarto, 2017).

Salah satu serat polimer yang mudah didapatkan dan banyak ditemukan dilingkungan sekitar adalah plastik. Plastik merupakan salah satu penyumbang sampah terbesar. Menurut Badan Pusat Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (2018) pada tahun 2016 jumlah timbulan sampah di Indonesia mencapai 65.200.000 ton per tahun dengan penduduk sebanyak 261.115.456 orang. Hal ini menunjukkan dengan bertambahnya angka penduduk tentunya juga akan meningkatkan jumlah timbulan sampah. Muchammad (2018) dalam penelitiannya mengatakan bahwa penggunaan plastik mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun. Hal ini berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup, setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau sebanyak 189 ribu ton per hari. Dan 15 persen dari jumlah sampah tersebut berasal dari plastik, atau sekitar 28,4 ribu ton per hari.

Salah satu contoh sampah plastik adalah tali beneser. Tali beneser atau *polypropylene strapping band* adalah tali plastik yang biasa digunakan untuk pengemasan barang. Tali beneser adalah contoh serat polimer dari jenis termoplastik. Tali beneser memiliki kuat tarik yang besar, hal ini dibuktikan berdasarkan hasil pengujian kuat tarik serat tali beneser yang telah dilakukan di Laboratorium Uji Unit Industri Bahan dan Barang Teknik, serat tali beneser memiliki

kuat tarik sebesar 527,9 kgf/cm<sup>2</sup> atau 51,77 MPa.

Berdasarkan hasil penelitian revelan yang dilakukan oleh (Syahputra, 2012; Hasanr, Tatong, & Tole, n.d., 2013; dan Khairizal, Kurniawandy, & Kamaldi 2015) dapat diketahui bahwa penggunaan serat tali beneser memiliki pengaruh terhadap peningkatan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Pada penelitian ini serat yang digunakan sebagai bahan tambah adalah serat tali beneser dengan ukuran penampang serat 2-3 mm dan panjang 60 mm. Kadar penambahan serat 0 kg/m<sup>3</sup>, 0,25 kg/m<sup>3</sup>, 0,50 kg/m<sup>3</sup>, 0,75 kg/m<sup>3</sup>, dan 1 kg/m<sup>3</sup> guna meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah penambahan serat tali beneser dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton dan seberapa besar perbedaan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton normal dengan beton serat tali beneser?

## METODE

Metode pada penelitian ini adalah eksperimen dengan benda uji berbentuk silinder ukuran 150 mm x 300 mm dengan penambahan serat tali beneser berukuran penampang 2-3 mm dan panjang 60 mm. Kadar penambahan serat, yaitu 0 kg/m<sup>3</sup>, 0,25 kg/m<sup>3</sup>, 0,50 kg/m<sup>3</sup>, 0,75 kg/m<sup>3</sup>, dan 1 kg/m<sup>3</sup> dengan pembuatan beton mengacu pada SNI 03-2834-2000.

Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 30 sampel. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan kuat tarik belah beton saat umur beton 28 hari.

Pelaksanaan pembuatan benda uji beton dilakukan di Laboratorium Bahan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta pada Desember 2020 – Januari 2021.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Slump

Pengujian *slump* dilakukan setelah dilakukan proses pengadukan material penyusun beton. Nilai *slump* rencana, yaitu 25 – 75 mm. Berdasarkan tabel 1, hasil pengujian seluruh variasi memenuhi nilai *slump* rencana.

Tabel 1. Hasil Uji Slump

No.	Benda Uji	Nilai Slump
1.	Beton Serat 0 kg/m <sup>3</sup> (Normal)	50 mm
2.	Beton Serat 0,25 kg/m <sup>3</sup>	48 mm
3.	Beton Serat 0,5 kg/m <sup>3</sup>	46 mm
4.	Beton Serat 0,75 kg/m <sup>3</sup>	45 mm
5.	Beton Serat 1 kg/m <sup>3</sup>	44 mm

### Berat Isi Beton

Setelah dilakukan perendaman benda uji selama 28 hari, benda uji kemudian ditimbang untuk mengetahui berat isi dari masing-masing benda uji. Berat isi beton rencana, yaitu 2319,35 kg/m<sup>3</sup>.

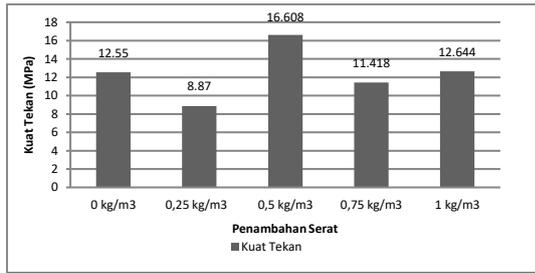
Tabel 2. Hasil Berat Isi Beton

Kadar	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah
0 kg/m <sup>3</sup>	2246,54 kg/m <sup>3</sup>	2153,46 kg/m <sup>3</sup>
0,25 kg/m <sup>3</sup>	2233,33 kg/m <sup>3</sup>	2118,36 kg/m <sup>3</sup>
0,5 kg/m <sup>3</sup>	2261,01 kg/m <sup>3</sup>	2171,51 kg/m <sup>3</sup>
0,75 kg/m <sup>3</sup>	2250,88 kg/m <sup>3</sup>	2081,76 kg/m <sup>3</sup>
1 kg/m <sup>3</sup>	2228,93 kg/m <sup>3</sup>	2096,23 kg/m <sup>3</sup>

Berdasarkan tabel 2, seluruh berat isi beton untuk kuat tekan dan kuat tarik belah tidak ada yang mencapai berat isi beton rencana. Secara keseluruhan rata-rata berat isi beton, yaitu 2184,20 kg/m<sup>3</sup> yang berarti telah mencapai 94,17% dari berat isi rencana.

### Kuat Tekan Beton

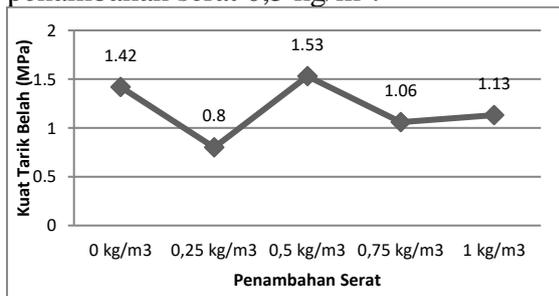
Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari dengan menggunakan mesin uji tekan. Hasil penelitian yang didapat adalah, nilai kuat tekan beton untuk variasi penambahan serat 0,25 kg/m<sup>3</sup> dan 0,75 kg/m<sup>3</sup> lebih rendah dibanding dengan beton normal tanpa serat. Sedangkan untuk variasi penambahan serat 0,5 kg/m<sup>3</sup> dan 1 kg/m<sup>3</sup> lebih tinggi dibanding dengan beton normal tanpa serat. Nilai kuat tekan optimum yang didapat sebesar 16,608 MPa pada penambahan serat 0,5 kg/m<sup>3</sup>.



Gambar 1. Grafik Nilai Kuat Tekan

### Kuat Tarik Belah Beton

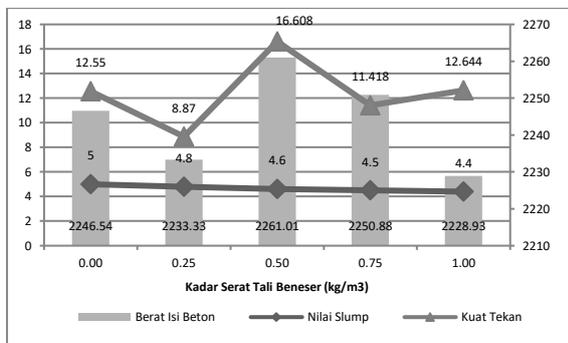
Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 28 hari dengan menggunakan mesin uji tekan. Hasil penelitian yang didapat untuk masing-masing variasi berturut-turut adalah 1,42 MPa, 0,8 MPa, 1,53 MPa, 1,06 MPa, dan 1,13 MPa. Nilai kuat tarik belah optimum yang didapat adalah 1,53 MPa pada variasi penambahan serat 0,5 kg/m<sup>3</sup>.



Gambar 2. Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Beton

### Analisis Keseluruhan Penelitian

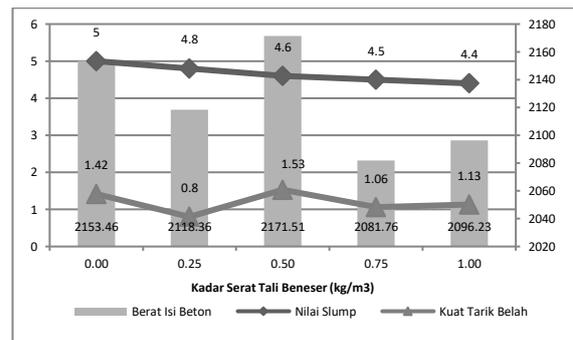
Hasil uji keseluruhan penelitian meliputi nilai slump, berat isi beton, dan nilai kuat tekan beton untuk umur beton 28 hari.



Gambar 3. Hubungan Nilai Slump, Berat Isi Beton, dan Nilai Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 3, nilai slump menurun seiring dengan banyaknya penambahan serat dalam campuran beton. Besarnya nilai berat isi beton berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Beton yang memiliki berat isi yang berat memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibanding dengan beton dengan berat isi yang lebih ringan. Hal ini disebabkan karena proses pemadatan yang kurang baik sehingga beton memiliki rongga atau celah yang membuatnya keropos dan lebih ringan dibanding beton tanpa rongga.

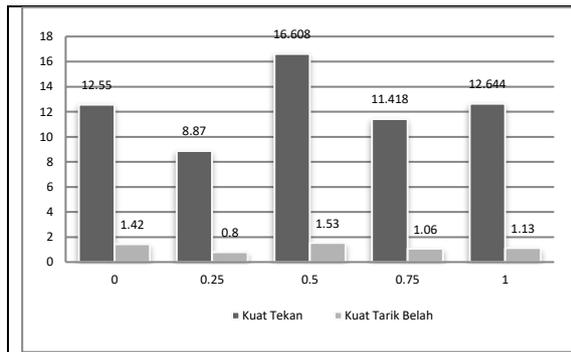
Hasil uji keseluruhan penelitian meliputi nilai slump, berat isi beton, dan nilai kuat tarik belah beton untuk umur beton 28 hari.



Gambar 4. Hubungan Nilai Slump, Berat Isi Beton, dan Nilai Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan Gambar 4, nilai slump menurun seiring dengan banyaknya penambahan serat dalam campuran beton. Besarnya nilai berat isi beton berpengaruh terhadap nilai kuat tarik belah beton. Beton yang memiliki berat isi yang berat memiliki kuat tarik belah yang lebih tinggi dibanding dengan beton dengan berat isi yang lebih ringan. Hal ini disebabkan karena proses pemadatan yang kurang baik sehingga beton memiliki rongga atau celah yang membuatnya keropos dan lebih ringan dibanding beton tanpa rongga.

Hasil uji keseluruhan penelitian meliputi nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton umur 28 hari.



Gambar 5. Hubungan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan Gambar 5, grafik tersebut menunjukkan nilai kuat tarik belah beton pada beton normal 1,42 MPa atau 11,31% dari nilai kuat tekan beton normal. Pada penambahan serat 0,25 kg/m<sup>3</sup> didapat nilai kuat tarik belah sebesar 0,8 MPa atau 9,01% dari nilai kuat tekannya. Pada penambahan serat 0,5 kg/m<sup>3</sup> didapat nilai kuat tarik belah 1,53 MPa atau 9,21% dari nilai kuat tekannya. Pada penambahan serat 0,75 kg/m<sup>3</sup> didapat nilai kuat tarik belah sebesar 1,06 MPa atau 9,28% dari nilai kuat tekannya. Penambahan serat 1 kg/m<sup>3</sup> didapat nilai kuat tarik belah 1,13 MPa atau 8,94% dari nilai kuat tekannya.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan penjabaran di atas maka dapat disimpulkan:

1. Semakin banyak penambahan serat tali beneser dalam adukan beton mengakibatkan nilai *slump* yang dihasilkan menurun.
2. Nilai kuat tekan optimum berada pada penambahan serat 0,5 kg/m<sup>3</sup>, yaitu sebesar 16,608 MPa atau naik 32,33% dari nilai kuat tekan beton normal.
3. Nilai kuat tarik belah optimum berada pada penambahan serat 0,53 kg/m<sup>3</sup>, yaitu 1,53 MPa atau naik 7,74% dari nilai kuat tarik belah beton normal.
4. Nilai kuat tarik belah beton berkisar antara 8,94% - 11,31% dari nilai kuat tekannya.

5. Seluruh hasil uji kuat tekan beton tidak mencapai nilai kuat rencana, yaitu 30 MPa. Hasil uji kuat tekan beton berkisar antara 8,87 MPa – 16,608 MPa dan cenderung tidak memenuhi persyaratan nilai kuat tekan minimal yang diizinkan untuk perkerasan kaku berdasarkan Pd T-14-2003, yaitu di atas 16 MPa.
6. Hasil uji kuat tarik belah beton berkisar antara 0,8 MPa – 1,53 MPa dan cenderung tidak memenuhi persyaratan nilai kuat tarik belah minimal yang diizinkan untuk perkerasan kaku berdasarkan Pd T-14-2003, yaitu di atas 2,19 MPa.

## SARAN

Untuk memperoleh hasil beton yang lebih baik dengan menggunakan serat tali beneser sebagai bahan tambah dalam beton, maka disarankan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk mendapatkan nilai optimum penambahan serat tali beneser dengan menggunakan variasi serta panjang dan ukuran penampang serat yang berbeda.
2. Pemilihan material penyusun beton dengan kualitas yang lebih baik dan sesuai standar agar menghasilkan mutu beton yang lebih baik.
3. Perlu dilakukan *mix design* yang tepat dengan cara melakukan perbaikan proporsi pada *trial mix* sehingga beton normal (sebelum ditambah serat tali beneser) mencapai kuat tekan rencana.
4. Perlu dilakukan *curing* (pemeliharaan) yang tepat dan benar terutama ketika beton selesai dicetak dan masih dalam cetakan (hari pertama) sebelum beton direndam dalam air, agar tercapai kuat tekan rencana.
5. Beton yang tersisa di *mixer* dikeluarkan dan diaduk secara manual dengan beton yang telah dikeluarkan sebelumnya sehingga tidak ada beton dan serat yang terbuang.
6. Pada saat proses memasukkan adonan beton segar ke dalam cetakan beton

- hendaknya perhatikan permukaan dalam mesin molen untuk meminimalisir menempelnya serat pada permukaan dinding dalam mesin molen.
7. Proses pemadatan harap diperhatikan dan dilakukan dengan baik agar meminimalisir lubang (*void*) pada beton yang menyebabkan beton menjadi keropos.
  8. Melakukan penelitian lanjutan terkait pengaruh serat tali beneser pada kuat tarik lentur beton.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2018*. Badan Pusat Statistik (BPS). <https://www.bps.go.id/publication/2018/12/07/d8cbb5465bd1d3138c21fc80/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2018.html>
- Felany, D. (2004). *Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Tarik Belah Beton dengan Penambahan Serat Tali Beneser*.
- Hasanr, H., Tatong, B., & Tole, J. (2013). Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Majalah Ilmiah Mektek*, 12–19.
- Khairizal, Y., Kurniawandy, A., & Kamaldi, A. (2015). Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 2(2), 1–11.
- Lestari, I. G. A. A. I. (2013). Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur. *Jurnal Transportasi*, 7(1), 128–134.
- Muchammad. (2018). Analisis Pemanfaatan Limbah Sampah Plastik Jenis Polypropylene Menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 14(1), 69–74. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36499/jim.v14i1.2189>
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton* (1st ed.). Andi.
- Safitri, P. A., Purba, W. S., & Zulkifli, M. (2018). *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia* (S. S. L. Hidup (ed.)). Badan Pusat Statistik.
- Surahyo, A. (2019). *Concrete Construction* (1st ed). Springer International Publishing.
- Syahputra, M. (2012). Optimasi Pemanfaatan Limbah Plastik Berjenis Polypropylene Sebagai Serat Pada Sifat Mekanis dan Pola Retak Beton. *Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara*.
- Winarto, S. (2017). Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Campuran Dalam Beton Untuk Meningkatkan Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan. Studi Kasus: Pembangunan Homestay Singonegaran Kediri. *UKaRsT*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30737/u%20karst.v1i1.79>