

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH NILON TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK BELAH BETON UNTUK PEMBUATAN FIBER BETON

**Safrin Zuraidah^{1,*} Tarsisius Sarman²
Budi Hastono³**

¹Teknik Sipil, Universitas Dr. Soetomo
safrin.zuraidah@unitomo.ac.id

²Teknik Sipil, Universitas Dr. Soetomo,
tarsijh@gmail.com

³Teknik Sipil, Universitas Dr. Soetomo
budi.hastono@unitomo.ac.id

ABSTRAK

Beton unggul karena kuat tekan tinggi, durabilitas, dan ketahanan terhadap api, air, serta faktor lingkungan. Namun, beton memiliki kelemahan pada kuat tarik rendah dan sifatnya yang getas. Penambahan serat, seperti serat nilon, ke dalam campuran beton bertujuan untuk mengatasi kelemahan tersebut dengan memberikan perkuatan yang terdistribusi acak. Penelitian ini menguji pengaruh penambahan serat nilon dengan variasi kadar 0% (normal), 2%, 4%, dan 6% terhadap sifat mekanis beton. Pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan (umur 7, 14, dan 28 hari), serta kuat tarik belah dan porositas (umur 28 hari). Hasil pengujian umur 28 hari menunjukkan bahwa: Kuat Tekan: Penambahan serat nilon efektif meningkatkan kuat tekan. Nilai maksimum didapatkan pada variasi 6% sebesar 21,51 MPa, meningkat 11,8% dibandingkan beton normal (19,24 MPa). Kuat Tarik Belah : Penambahan serat nilon menghasilkan nilai yang umumnya sedikit lebih rendah. Nilai tertinggi variasi nilon didapatkan pada 6% sebesar 2,55 MPa (turun 1,9% dari normal 2,59 MPa). Variasi 2% mengalami penurunan terbesar, yaitu 2,22 MPa (turun 15,1%).

Kata Kunci : Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Limbah Nilon

ABSTRACT

Concrete excels due to its high compressive strength, durability, and resistance to fire, water, and environmental factors. However, concrete has weaknesses in terms of low tensile strength and brittleness. The addition of fibers, such as nylon fibers, to the concrete mixture aims to overcome these weaknesses by providing randomly distributed reinforcement. This study examined the effect of adding nylon fibers at varying concentrations of 0% (normal), 2%, 4%, and 6% on the mechanical properties of concrete. The tests conducted included compressive strength (at 7, 14, and 28 days), as well as splitting tensile strength and porosity (at 28 days). The results of the 28-day testing showed that: Compressive Strength: The addition of nylon fibers effectively increased the compressive strength. The maximum value was obtained at a variation of 6% at 21.51 MPa, an increase of 11.8% compared to normal concrete (19.24 MPa). Split Tensile Strength: The addition of nylon fibers generally resulted in slightly lower values. The highest value for nylon variation was obtained at 6% at 2.55 MPa (a decrease of 1.9% from the normal 2.59 MPa). The 2% variation experienced the largest decrease, namely 2.22 MPa (a decrease of 15.1%).

Keywords : Compressive Strength, Split Tensile Strength , Nylon Waste

1. PENDAHULUAN

Ekonomi Indonesia berkembang dengan sangat cepat ada banyak industry yang mendukung hal ini, seperti industri kimia yang tersebar di Indonesia. Industri tersebut tidak pernah lepas dari pengemasan sebelum didistribusikan, seperti pengemasan plastik dan pengemasan barang lain yang menggunakan tali nilon untuk mengikatnya.

Industri membuat pengemasan ini untuk memastikan bahwa produk tetap aman sampai di tangan pelanggan. Selain fakta bahwa tali nilon berbahan dasar plastik digunakan secara luas dalam pengemasan produk industri, limbah yang dihasilkan dari tali nilon yang berbahan dasar plastik sangat berbahaya bagi lingkungan. Untuk membuat limbah dapat dimanfaatkan kembali tanpa merusak lingkungan, hal ini pasti menjadi perhatian dalam menjaga lingkungan dengan berupaya menggunakan limbah sebagai bahan tambahan campuran untuk membuat beton fiber yang bertujuan untuk mengurangi dampak negative terhadap lingkungan.

Beton merupakan bahan bangunan yang paling banyak digunakan dalam struktur, seperti penggunaan beton pada jalan, jembatan, bendungan, gedung, dan struktur lainnya. menggunakan beton untuk struktur bangunan karena bahan untuk pembuatan beton yang mudah didapat. Beton juga tahan terhadap air, api, dan cuaca. Namun, beton memiliki kelemahan, termasuk keretakan dini yang sering terjadi karena temperatur yang tinggi antara bagian dalam dan luarnya; beton memiliki kuat tekan yang besar tetapi kuat tarik yang rendah, sehingga rentan retak. Maka adanya penelitian ini beton dibuat dengan campuran limbah nilon sebagai bahan tambahan untuk beton fiber. Tujuan menambah serat ke dalam adukan beton untuk meningkatkan Kekuatan beton

Penggunaan berbagai jenis serat asli dapat meningkatkan sifat struktural beton, termasuk daktilitas dan ketahanan terhadap beban kejutan maka adanya Penelitian yang dilakukan secara langsung untuk mengetahui bagaimana penambahan limbah nilon mempengaruhi kuat Tekan dan Tarik belah beton. Bayu zahrian (2022) pengaruh penambahan serat polypropylene terhadap kuat tarik belah beton dengan panjang 50 mm dengan masing variasi sebesar 0 %, 0.3 %, 0.45 % dan 0.6 %. didapatkan bahwa untuk campuran beton mutu normal dan

mutu tinggi mempunyai dosis penambahan polypropylene efektif pada variasi 0,6 %. Peningkatan kuat tarik belah yang terjadi pada beton normal sebesar 15.8 % untuk umur 7 hari, begitu juga dengan umur 14 hari mengalami peningkatan sebesar 27.7 % dibandingkan beton tanpa fiber. Agus, (2019). menyatakan bahwa beton yang digunakan dengan penambahan serat nylon dalam volume campuran beton terhadap nilai kuat tekan dan tarik belah beton didapatkan hasil kuat tekan dan tarik belah beton yang melebihi beton normal.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh agus dan bayu maka kami menggunakan limbah nilon dengan persentase 0%,2%, 4%, dan 6% terhadap berat semen untuk mengetahui dan membuktikan bahwa nilai kuat tekan dan tarik belah mendapatkan hasil yang maksimal dan meningkat apabila digunakan dengan variasi persentase yang berbeda. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruhnya pemanfaatan limbah nilon terhadap kuat tekan, dan kuat tarik belah untuk mencari komposisi optimum yang di hasilkan. Pemanfaatan limbah nilon pada penelitian ini sebagai alternatif bahan tambahan untuk campuran pembuatan beton.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana pengaruh penambahan limbah nilon terhadap kuat tekan dan tarik belah beton fiber dengan persentase yang direncanakan”

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian ini adalah “menganalisa pengaruh kuat tekan dan tarik belah beton fiber setelah ditambahkan dengan limbah nilon dengan komposisi 0%,2%, 4%, dan 6% terhadap berat semen”.

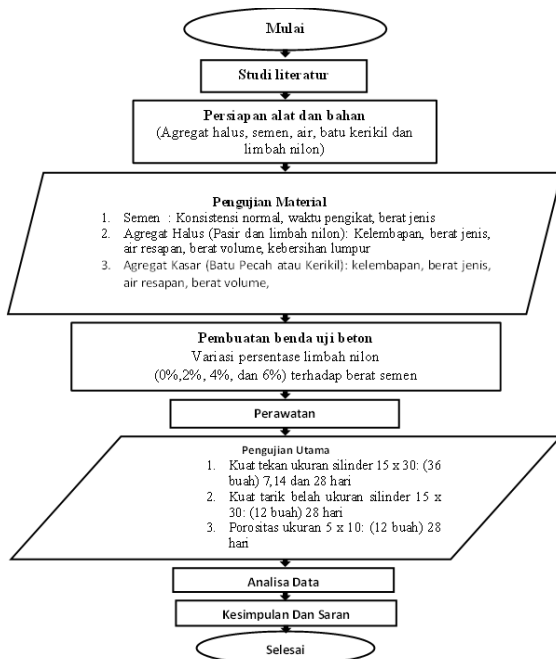
1.3 Urgensi Penelitian

Secara teoritis nilai urgensi penelitian ini adalah secara spesifik sebagai bahan

acuan untuk penelitian berikutnya, Mendapatkan bahan alternatif sebagai bahan tambahan untuk beton fiber. Memanfaatkan limbah yang tidak bisa teruarai di tanah juga meminimalisir pencemaran agar kelestarian lingkungan terjaga, serta meningkatkan nilai ekonomis dari limbah nilon

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian eksperimental dilaksanakan di laboratorim yang dimulai dari pengujian material penyusun beton, rancangan campuran, membuat benda uji, perawatan benda uji dan pengujian benda uji beton keras. Adapun variable bebas yang digunakan adalah komposisi limbsh limbah nilon 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat semen. Dan variabel tak bebas: uji kuat tekan, kuat tarik belah, berat volume dan porositas. umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, dapat mengetahui pemanfaatan dari limbah nilon itu sendiri sebagai bahan tambahan untuk campuran pembuatan beton.



Gambar. 1
Bagan Alir Penelitian

2.1 Desain dan Jumlah Benda Uji

Desain benda uji adalah beton berbentuk silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan, dan tarik belah beton. Silinder ukuran 5 x 10 untuk pengujian porositas beton Variasi persentase limbah nilon 0%, 2%, 4% dan 6% terhadap berat semen. Limbah nilon yang digunakan merupakan hasil dari serat yang sudah fakum atau dicetak. Total benda uji yang dihasilkan adalah 60 buah.

2.2 Metode Pembuatan Benda Uji

Perhitungan jumlah serta kebutuhan komposisi dari bahan-bahan pembentuk beton seperti semen, agregat kasar, agregat halus dan air, penulis merujuk kepada SNI-03-1750-1990. Langkah-langkah pembuatan benda uji, adalah:

1. Bahan dan alat yang diperlukan untuk pembuatan beton dipersiapkan sebelumnya.
2. Bahan-bahan yang akan dipakai ditimbang beratnya, kemudian dimasukkan kemesin pengaduk (molen) berturut-turut agregat kasar, agregat halus, semendan air sedikit demi sedikit. Setelah semua bahan benar-benar bercampur, kemudian diperkirakan apakah kekentalannya sudah sesuai dengan "slump" 5-12,5 cm.
3. Pengukuran "slump" segera dilakukan setelah beton tercampur dengan rata. Adapun cara untuk mendapatkan nilai slump, adalah sebagai berikut:
 - a. Corong Abraham d iletakkan pada tempat yang datar dengan posisi sebaik mungkin
 - b. Adukan beton dimasukkan kedalam kerucut tersebut sebanyak 1/3 bagjannya, kemudian ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali. Hal ini dilakukan berulang sampai kerucut Abraham penuh terisi.
 - c. Setelah permukaan diratakan, kerucut ditarik vertikal secara

perlahan, Kerucut diletakkan disebelah adukan tersebut dan diukur penurunannya

- d. Besar penurunan, disebut nilai "slump".
4. Kemudian pengisian adukan kedalam cetakan yang sudah diolesi dengan oli dan telah terkunci dengan rapat. Pengisian adukan ini dilakukan secara bertahap yaitu setiap 1/2 bagian cetakan. Tiap bagian ini ditusuk-tusuk, untuk pemadatan adukan.
5. Setelah selesai melakukan pemadatan, ratakan permukaan beton dan ketuklah sisi-sisi cetak perlahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Biarkan beton didalam cetakan selama 24jam dan diletakkan ditempat yang bebas getaran.
6. Pemberian nomoer silinder benda uji sesuai komposisi



Gambar 2.
Pencetakan Benda Uji

2.3 Perawatan Benda Uji

Perawatan/*curing* beton adalah suatu pekerjaan untuk menjaga permukaan beton segar agar selalu lembab, hal ini dimaksudkan untuk menjamin proses hidrasi dapat berlangsung secara sempurna sehingga beton tidak mengalami retak-retak dan mutu beton yang diinginkan pun dapat tercapai. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman. Adapun cara perendamannya adalah sebagai berikut :

1. Cetakan beton silinder setelah 24 jam dibuka kemudian setiap silinder diberi nama atau kode pada permukaannya selanjutnya dilakukan perendaman
2. Perendaman dilakukan sampai umur

beton yang telah direncanakan dan satu harisebelum pengetesan benda uji diangkat dan didiamkan

2.4 Pengujian Beton

1. Uji Kuat Tekan

Pengujian Kekuatan Tekan (Compression Test): Metode ini mengukur kemampuan beton untuk menahan beban tekan. Sampel beton ditempatkan di bawah mesin uji kompresi yang secara perlahan menekan beton hingga retak. Adapun langkah-langkah pengujian :

- 1 Membersihkan terlebih dahulu Silinder beton, selanjutnya permukaannya dilap sampai kering kemudian ditimbang beratnya;
- 2 Mengukur dimensi Benda berupa diameter dan tinggi beton, kemudian benda uji dimasukkan pada mesin tekan dalam posisi vertikal;
- 3 Mesin dihidupkan, pendesakan dimulai terlihat jarum penunjuk pada manometer bergerak sesuai dengan besar pembebanannya;
- 4 Pada saat silinder beton hancur maka salah satu jarumnya akan kembali ke posisi nol, sedangkan jarum yang lain tetap menunjuk angka pembebanan maksimum dan hasilnya dicatat.

Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

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

Keterangan:

$f'c$ = Kuat tekan benda uji (Mpa)

A = Luas penampang silinder (mm²)

P = Beban tekan maksimum (KN)

2. Uji Kuat Tarik Belah

Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Benda uji yang digunakan berupa silinder yang direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Langkah– langkah pengujian

sama seperti pengujian kuat tekan, hanya saja pada pengujian ini ditambahkan suatu lempengan plat besi agar dapat membagi beban merata pada panjang silinder. Beban maksimum P selanjutnya digunakan untuk menentukan tegangan tarik belah beton (f_t).

Untuk mendapatkan nilai Uji kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tarik Belah} = f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2)$$

Keterangan:

f_{ct} = Kuat tarik belah (N/mm²)

P = Beban Tegaklurus sumbu benda uji (N)

L = Panjang benda uji silinder (mm)

D = Diameter benda uji silinder (mm)

3. HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian Kuat Tekan dilakukan pada beton normal tanpa serat dan beton dengan campuran serat. Beton dengan campuran serat menggunakan variasi serat yaitu 2%, 4% dan 6% terhadap berat semen.



Gambar.3

Limbah serat Nylon 1,2 x 10 cm

Teknis pencampuran serat dilakukan pada saat material beton sudah tercampur dituang dari molen dimasukkan ke cetakan silinder secara bertahap serat nilon dimasukkan sedikit demi sedikit sambil dirojok agar tidak menggumpal.

Tabel 1.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari, 14 Hari dan 28 Hari

Umur (hari)	Variasi Nilon	Berat (kg)	Beban (N)	Nilai Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Turun/Naik (%)
7	0%	12.55	220,000	12.45	13.20	0.00
		12.55	230,000	13.02		
		12.60	250,000	14.15		
	2%	12.45	240,000	13.58	14.05	6.4%
		12.47	255,000	14.43		
		12.40	250,000	14.15		
	4%	12.30	270,000	15.28	14.34	8.6%
		12.60	230,000	13.02		
		12.40	260,000	14.71		
	6%	12.30	290,000	16.41	15.47	17.1%
		12.40	260,000	14.71		
		12.30	270,000	15.28		
14	0%	12.69	260,000	14.71	15.09	0.0%
		12.60	250,000	14.14		
		12.60	290,000	16.41		
	2%	12.60	250,000	14.14	15.46	2.5%
		12.55	280,000	15.84		
		12.55	290,000	16.41		
	4%	12.35	270,000	15.28	15.65	3.7%
		12.35	290,000	16.41		
		12.45	270,000	15.28		
	6%	12.40	290,000	16.41	16.22	7.5%
		12.40	300,000	16.97		
		12.40	270,000	15.28		
28	0%	12.70	330,000	18.67	19.24	0.0%
		12.60	380,000	21.50		
		12.60	310,000	17.54		
	2%	12.20	390,000	22.06	19.80	2.9%
		12.40	300,000	16.97		
		12.40	360,000	20.37		
	4%	12.50	370,000	20.93	20.27	5.4%
		12.70	360,000	20.37		
		12.65	345,000	19.52		
	6%	12.60	370,000	20.93	21.50	11.8%
		12.70	390,000	22.06		
		12.70	380,000	21.50		

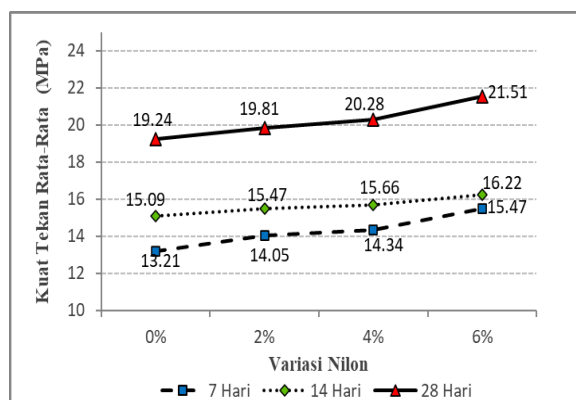
Berdasarkan Tabel. 1 dan Gambar. 5 terlihat hasil pengujian kuat tekan dari setiap umur beton. Kuat tekan rata-rata maksimum pada umur 7 hari terdapat pada variasi 6% sedangkan pada umur 14 dan 28 hari terdapat pada variasi 6%, pada

Beton umur 7 hari dengan variasi 6% mengalami peningkatan 17.1% dari beton normal. Pada variasi 2% dan 4% hasil kuat tekannya melebihi beton normal yaitu mengalami peningkatan 6.4% dan 8.6%. Hal ini menjelaskan bahwa semakin besar penambahan variasi serat nilon maka kuat tekan pada beton semakin meningkat.



Gambar 4.

Model Keretakan Beton dengan variasi 6 % Uji Kuat Tekan Beton



Gambar 5.

Rekapitulasi Uji Kuat Tekan Rata-rata Terhadap Umur Beton

Beton umur 14 hari pada variasi 4% dan 6% hasil kuat tekannya melebihi beton normal yaitu mengalami peningkatan 3.7% dan 7.5% seiring dengan pertambahannya variasi. Namun di variasi campuran 2% nilon menunjukkan penurunan 2.5% dari variasi campuran beton 4% dan 6%.

Beton umur 28 hari pada variasi 2% hasil kuat tekan melebihi beton normal yaitu mengalami peningkatan 2.9%. Pada variasi 4% dan 6% hasil kuat tekan lebih besar dibandingkan dengan beton normal yaitu mengalami peningkatan 5.4% dan 11.8%. Hal ini menjelaskan bahwa kuat tekan beton dengan campuran serat nilon lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal atau

beton tanpa serat. Pada Gambar.4 menunjukkan model keretakan dari uji kuat tekan.

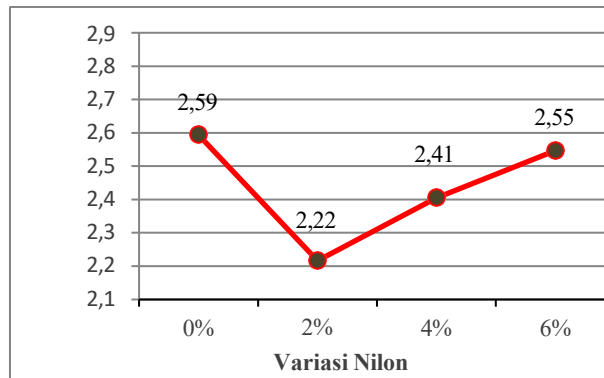
3.2 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton normal tanpa serat yaitu 0% sebagai pembanding, dan beton dengan campuran variasi serat 2%, 4% dan 6%. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

Tabel 2.

Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari

No.	Variasi Nilon	Berat (kg)	Beban (N)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Turun/Naik (%)
1	0%	12.60	170,000	2.41	2.59	0.0%
2		12.80	180,000	2.55		
3		12.80	200,000	2.83		
1	2%	12.55	150,000	2.12	2.22	-14.3%
2		12.70	160,000	2.26		
3		12.75	160,000	2.26		
1	4%	12.70	170,000	2.41	2.41	-6.9%
2		12.65	170,000	2.41		
3		12.65	170,000	2.41		
1	6%	12.70	190,000	2.69	2.55	-1.5%
2		12.45	170,000	2.41		
3		12.55	180,000	2.55		



Gambar 6.

Hasil Uji Kuat Tarik Belah Umur Beton 28 Hari

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 6, nilai Kuat Tarik Belah beton normal didapatkan sebesar 2.59 MPa. Penambahan serat nilon menunjukkan variasi hasil:

- Pada variasi 2%, nilai kuat tarik belah turun menjadi 2.22 MPa (penurunan terbesar 15.1%).
- Pada variasi 4%, nilai naik kembali

menjadi 2.41 MPa (penurunan berkurang menjadi 7.5% dari beton normal).

- c. Pada variasi 6%, nilai paling mendekati beton normal, yaitu 2.55 MPa (penurunan hanya 1.9%).

Terjadinya anomali pada hasil uji tarik belah di mana variasi 2% mengalami penurunan terbesar, namun variasi 4% dan 6% naik kembali, kemungkinan disebabkan oleh pencampuran serat nilon yang kurang merata dan kurangnya pemadatan (rojukan). Hal ini dapat menyebabkan serat nilon tidak melekat sempurna pada material penyusun beton

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat Tekan Beton: Penambahan serat nilon pada beton efektif dalam meningkatkan kuat tekan. Kuat tekan maksimum didapatkan pada variasi 6% sebesar 21.51 MPa, yang merupakan peningkatan 11.8% dibandingkan dengan beton normal (19.24 MPa).
2. Kuat Tarik Belah Beton: Penambahan serat nilon secara umum menghasilkan nilai kuat tarik belah yang sedikit lebih rendah atau mendekati beton normal (2.59 MPa). Nilai tertinggi di antara variasi nilon didapatkan pada variasi 6% sebesar 2.55 MPa (hanya turun 1.9% dari beton normal), sementara variasi 2% mengalami penurunan terbesar (2.22 MPa atau turun 15.1%).

5. DAFTAR PUSTAKA

Badan Standar Nasional. (1990). SNI 03-1750- 1990, Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-2491- 2002: Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton. BSN. Bandung.

Badan Standar Nasional, 1990. SNI-03-1974- 1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, BSN, Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. 2004. SNI 15-0302- 2004 Semen Portland Pozolan. Badan Standar Nasional. Bandung.

Agus, Irzal. "Penggunaan Serat Nilon Pada Beton Ditinjau Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton." *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan* 8.1 (2019): 11-21.

American Standard Testing and Materials. (1982). Standard Specification for Concrete Aggregates. ASTM C33. United States: ASTM.

Mulyono, Tri. "Teknologi Beton, Yogyakarta." *Penerbit Andi* (2005).

Nugraha, Paul. "Antoni., 2007, TEKNOLOGI BETON (dari material, pembuatan, kebeton kinerja tinggi)." *Yogyakarta: Andi*.

Pade, Maria MM, et al. "Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud." *Jurnal Sipil Statik* 1.7 (2013).

Sirait, Bayu Zahrian P. *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Diss. Universitas Medan Area, 2022.

Suratmin, Suratmin, Iman Satyarno, and Kardiyono Tjokrodinuljo. "Pemanfaatan Kulit Ale-Ale sebagai Agregat Kasar dalam Pembuatan Beton." *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*. Vol. 17. No. 2. 2007.

Vitri, Gusni, and Hazmal Herman. "Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton." *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang* 6.2 (2019): 78-87.

Yusra, Andi, et al. "Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi." *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi* 6.1 (2020): 1-9.

Zuraidah, Safrin, and Bambang Sujatmiko. "Pemanfaatan Limbah Strapping Band

Dan Styrofoam Dengan Menggunakan Pasir Mojokerto Untuk Bata Ringan." *Narotama Jurnal Teknik Sipil (NJTS)* 3.1 (2019): 41-58.

Zuraidah, Safrin, Budi Hastono, and Maria Adelina Lidia. "Penggunaan Serat Polypropylene Dari Limbah Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan." *Seminar Nasional Ilmu Terapan Penguasaan Teknologi dan Bahasa Asing Dalam Menghadapi Pertumbuhan Ekonomi Dunia di Era Revolusi Industri 4.0*. Universitas Widya Kartika, 2018.



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)