

## Pengaruh Penambahan Fiber Paku Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton

### *Effect of Fiber Nails Addition on the Compressive and Tensile Strength of Concrete*

**Safrin Zuraidah<sup>1</sup>, Aldio Kevin Antow<sup>1</sup>, Bambang Sujatmiko<sup>1</sup>, Budi Hastono<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas. Dr. Soetomo, Jl Semolowaru.84. Surabaya  
Telp. (031)5944744. Email: [safrin.zuraidah@unitomo.ac.id](mailto:safrin.zuraidah@unitomo.ac.id)

#### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini memperbaiki kelemahan beton yaitu mudah retak apabila kena beban tarik. Oleh karena beton memiliki kuat tarik yang rendah, maka banyak penelitian tentang beton yang telah dilakukan dengan menambah jenis serat, alami, serat sintesis, maupun serat logam untuk meningkatkan kuat tarik beton. Dalam penelitian ini menggunakan serat paku yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan serat paku kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada umur 28 hari. Metode penelitian eksperimental dengan menggunakan benda uji silinder 150x300 mm sebanyak 60 benda uji untuk uji tekan dan uji kuat tarik belah, sedangkan uji porositas menggunakan silinder 5 x 10 cm. Terdapat dua variabel dalam penelitian ini antara lain variabel bebas yaitu persentase penambahan paku 0% ,0,5%, 1%, 1,5% 2% dari berat pasir dan variabel tak bebas yaitu kuat tekan, kuat tarik belah beton dan porositas. Hasil penelitian dengan kadar penambahan serat paku sebesar 0%; 0,5%; 1%; 1,5% dan 2% kuat tekan beton adalah sebesar 16,51 MPa; 16,51 MPa; 20,28 MPa; 29,99 MPa; dan 27,16 MPa. Sedangkan hasil pengujian kuat tarik belah beton masing-masing adalah sebesar 2,50 MPa; 2,59 MPa; 2,64 MPa; 3,11 MPa; dan 2,97 Mpa, mengalami peningkatan maksimum pada kadar 1,5% terhadap berat pasir.

**Kata Kunci :** Beton Serat; Serat Paku; Kuat Tekan; Kuat Tarik Belah.

#### Abstract

*The purpose of this research is to improve the weakness of concrete which is easy to crack when subjected to tensile loads. Because concrete has a low tensile strength, many studies on concrete have been carried out by adding types of fibers, natural, synthetic fibers, and metal fibers to increase the tensile strength of concrete. In this study using nail fiber which aims to determine how the effect of adding nail fiber on the compressive strength and split tensile strength of concrete at the age of 28 days. The experimental research method uses 150x300 mm cylindrical test specimens as many as 60 test specimens for compressive tests and split tensile strength tests, while porosity tests use 5 x 10 cm cylinders. There are two variables in this study, including the independent variable, namely the percentage of the addition of nails 0%, 0.5%, 1%, 1.5% 2% of the weight of sand and the independent variable, namely compressive strength, tensile strength of concrete and porosity. The results of research with the addition of nail fiber levels of 0%; 0.5%; 1%; 1.5% and 2% concrete compressive strength is 16.51 MPa; 16.51 MPa; 20.28 MPa; 29.99 MPa; and 27.16 MPa. While the results of the concrete split tensile strength test were 2.50 MPa; 2.59 MPa; 2.64 MPa; 3.11 MPa; and 2.97 Mpa, respectively, experiencing a maximum increase at a level of 1.5% by weight of sand.*

**Keywords :** Fiber Nails; Compressive Strength; Split Tensile Strength; Fiber Concrete.

<https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p119-125>

## PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sangat penting dan paling sering digunakan pada struktur bangunan. Beton sangat diminati karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan. Kelebihan yang dimiliki beton adalah, ekonomis, bahan-bahan yang digunakan pun mudah diperoleh, dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mampu menerima kuat tekan dengan baik, tahan aus, rapat air, awet, dan mudah perawatannya. Selain itu beton memiliki ketahanan terhadap api hingga 1 sampai 3 jam. Beton juga memiliki kekakuan yang besar sehingga tahan terhadap beban angin, serta getaran lantai. Terlepas dari semua kelebihan yang dimiliki oleh beton, tentu saja beton juga memiliki kekurangan yaitu memiliki kuat tarik yang rendah.

Tiara d d, dkk (2020) Penggunaan beton untuk konstruksi saat ini masih diminati karena beton mempunyai keunggulan seperti kuat tekan yang tinggi, perawatan yang mudah setelah beton mengeras dan mudah dibentuk menyesuaikan kebutuhan.

Mengingat peran beton yang sangat penting dalam proses pembangunan maka perlu dilakukan penelitian. Salah satu usaha pengembangannya ialah dengan cara memperbaiki sifat dari kelemahan beton, yaitu memiliki kuat tarik yang rendah. Oleh karena beton memiliki kuat tarik yang rendah maka peneliti mencoba meneliti atau mencari cara agar bisa memperbaiki sifat kekurangan beton. Salah satu usaha untuk memperbaiki sifat kekurangan beton adalah dengan menambahkan serat kedalam adukan beton.

## TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian Beton

Beton merupakan bahan dari campuran antara Portland cement, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara. Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003:1 dalam Supriadi,2016).

### B. Penelitian sejenis

Tiara davichi daily dkk 2020, pada penelitian ini pemakaian paku pada campuran beton terhadap kuat tekan pada beton dengan campuran serat (1%, 2%, 3%, 4%,). Hasilnya masing-masing 27,459 MPa dan 2% sebesar 29,724 MPa sedangkan nilai kuat tekan 3%, 4%, didapatkan nilai kuat tekannya menurun sebesar 26,987 MPa, 26,138 MPa. jadi persentase campuran ideal paku untuk sampel beton adalah 2%.)

Teuku M B, dkk (2022), melakukan penelitian limbah paku yang digunakan adalah 0%, 1%, 1,5%, dan 2% terhadap berat beton, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah paku dapat menurunkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari dan modulus elastisitas seiring pertambahan variasi limbah paku, tetapi nilai kuat tarik belah masing – masing sebesar 2,279 MPa, 2,408 MPa, 2,068 MPa, dan 1,583 MPa, sehingga variasi optimum adalah 1% dengan peningkatan sekitar 5,64% dari beton tanpa campuran limbah paku, juga hasil uji nilai kuat lentur masing – masing sebesar 1,95 MPa, 2,47 MPa, 2,21 MPa, dan 1,43 MPa, sehingga variasi optimum adalah 1% dengan peningkatan sekitar 26,67% dari beton tanpa campuran limbah paku.

Nurul R, 2018 , penelitian menggunakan paku. Hasil yang diuji meliputi kuat tekan dan kuat tarik variasi paku 0%, 2% dan 4%. Hasil kuat tarik belah mengalami peningkatan yang signifikan, yaitu pada beton normal dengan 0% paku nilai hasil kuat tariknya sebesar 11.2 MPa dan untuk beton variasi 2 % paku nilai kuat tarik belah mengalami peningkatan sebesar 10 % dari beton normal dengan nilai 12.3 MPa, sedangkan untuk benda uji variasi 4% paku juga mengalami peningkatan sebesar 20 % dari beton normal dengan nilai 13.4 MPa.

Hermansyah 2019 melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan kuat tekan dan lentur beton dengan penambahan variasi serat paku baja 0%, 0,5%, 0,65% dan 0,8% dari berat campuran beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan dan lentur mengalami peningkatan berturut-turut pada variasi serat 0%, 0,5% dan 0,65% sebesar 31,23 MPa, 33,06 MPa, 35,23 MPa dan 4,58 MPa, 4,75 MPa, 5,04 MPa. Hal ini dikarenakan serat

yang terdapat pada beton memiliki sebaran serat yang cukup merata dan tidak menggumpal. Bila variasi serat diatas 0,65% seperti variasi arah serat 0,8% sulit dikontrol dan pada saat pencampuran terjadi penggumpalan, maka nilai kuat tekan dan lentur beton menurun.

### C. Material Pembentuk Beton

#### 1. Semen

*Portland Cement* (PC) atau yang lebih dikenal dengan semen merupakan suatu bahan yang mempunyai sifat hidrolis, semen membantu pengikatan antara agregat halus dan agregat kasar apabila tercampur dengan air, selain itu semen juga mampu mengisi rongga-rongga antara agregat tersebut (Bambang Sujatmiko, 2019).

#### 2. Agregat

Agregat adalah salah satu material yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat dapat mengisi sekitar 70% hingga 75% volume beton atau mortar. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, namun agregat sangat mempengaruhi sifat-sifat beton atau mortarnya.

Sifat paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang dapat mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdok dan Brook,1999)

#### 3. Air

Air merupakan bahan yang digunakan dalam proses reaksi kimia dengan semen sehingga terbentuk pasta semen. Selain itu air juga digunakan sebagai pelumas antara butiran agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang digunakan dalam adukan beton berpengaruh pada kualitas beton yang akan dihasilkan. Semen bisa berfungsi sebagai perekat apabila ada reaksi dengan air. Namun, penggunaan air yang berlebihan dapat menyebabkan menurunnya kekuatan beton, sedangkan air yang terlalu sedikit dapat menyebabkan hidrasi yang tidak merata

#### 4. Paku

Paku adalah logam yang berbentuk panjang dengan salah satu ujung yang runcing dan ujung

yang lain berbentuk tumpul. Penggunaan paku umumnya adalah untuk melekatkan dua benda dengan cara menembus bagiannya dengan bantuan palu atau paku tembak. Pengujian laboratorium dilakukan untuk menguji kuat tekan beton dan kuat tarik belah pada variasi material tambahan tersebut. Harapannya dengan penelitian ini akan dihasilkan material tambahan untuk beton serat yang mudah didapat dan mempunyai hasil kuat tarik belah yang lebih baik dari pada beton biasa

### D. Kekuatan Beton

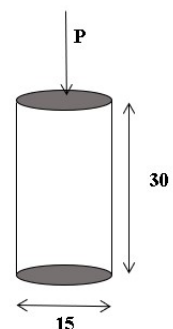
#### 1. Kuat Tekan (Compressive Strength)

Kuat Tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 (Tri Mulyono,2005). Kuat tekan beton merupakan parameter utama yang harus diketahui sehingga dapat memberikan gambaran mengenai hampir semua sifat-sifat mekanisnya yang lain dari beton tersebut.

$$F'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan:

- F'<sub>c</sub> = kuat tekan benda uji (MPa)
- P = beban tekan maksimum (N)
- A = luas permukaan benda uji (mm<sup>2</sup>)



Gambar 1 Skema Pengujian Kuat Tekan Beton

#### 2. Kuat Tarik Belah (Split Tensile Strength)

Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan desak hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Suatu perkiraan kasar nilai kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9% -

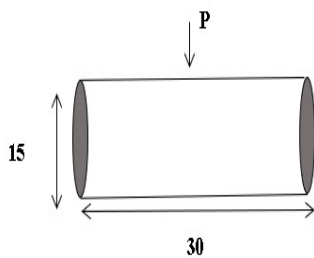
<https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p118-125>

15% dari kuat tekannya (Try Mulyono, 2005). Kuat tarik belah benda uji beton berbentuk silinder diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan (Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton, SK SNI M60-1990-03).

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- fct = Kuat tarik belah (kg/cm<sup>2</sup>)
- P = Beban maksimum (N)
- L = Panjang benda uji (cm)
- D = Diameter benda uji (cm)



Gambar 2. Skema Pengujian Kuat Tarik Belah

3. Berat Volume

Berat volume beton ditentukan oleh berat jenis dari bahan-bahan penyusunnya, jadi apabila bahan penyusun memiliki berat jenis yang besar maka beton yang akan dihasilkan memiliki berat volume yang besar juga. Demikian pula sebaliknya apabila bahan penyusun memiliki berat jenis ringan maka beton yang dihasilkan akan memiliki berat volume yang kecil. Berat volume beton adalah perbandingan antara berat benda uji beton terhadap volume beton.

$$B_v = \frac{W}{V} \dots\dots\dots[3]$$

Keterangan:

- Bv = berat volume beton (kg/m<sup>2</sup>)
- W = berat benda uji (kg)
- V = volume beton (m<sup>3</sup>)

4. 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:

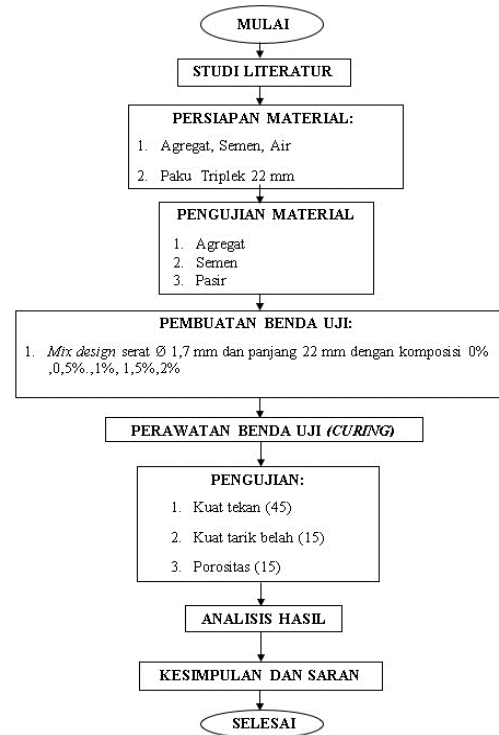
$$Porositas = \frac{mb - mk}{vb} \times \frac{1}{P_{air}} \times 100 \% \dots\dots\dots[4]$$

Keterangan:

- mb = berat basah benda uji
- mk = berat kering benda uji
- vb = volume benda uji
- pair = massa jenis air

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir



Gambar 3. Bagan Alir (Flow Chart)

B. Variabel Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan tujuan untuk menganalisa pengaruh penggunaan paku terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Dalam penelitian ini terdapat variabel-variabel yang terdiri dari variabel bebas (*independent variable*) dan variabel tak bebas (*dependent variable*). Yang dimaksudkan variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase penambahan paku, sedangkan variabel tidak bebasnya adalah kuat tekan, kuat tarik belah, berat volume dan porositas

C. Pengujian Mutu Material

Material-material yang akan digunakan dalam pembuatan beton diuji terlebih dahulu, untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari material <https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p118-125>

pembentuk beton tersebut. Pengujian yang dilakukan meliputi:

#### 1. Semen

Pengujian bahan semen, meliputi:

- Uji konsistensi normal semen (ASTM C 187-86)
- Uji waktu pengikatan dan pengerasan semen (ASTM C 191-92)
- Uji menentukan berat jenis semen (ASTM 188-89)

#### 2. Agregat halus

Pengujian agregat halus, meliputi:

- Uji kelembaban pasir (ASTM C 556-89)
- Uji berat jenis pasir (ASTM C 128-93)
- Uji air resapan pasir (ASTM C 128-93)
- Uji berat volume pasir (ASTM C 29/C 29 M-91)
- Uji kebersihan pasir terhadap bahan organik (ASTM C 40-92)
- Uji kebersihan pasir terhadap lumpur (pengendapan)
- Uji kebersihan pasir terhadap lumpur (pencucian) (ASTM C 117-95)
- Uji analisa saringan pasir (ASTM C 136-95a)

#### 3. Agregat kasar

Pengujian agregat kasar, meliputi:

- Uji kelembaban batu pecah (ASTM C 556-89)
- Uji berat jenis batu pecah (ASTM C 127-88)
- Uji air resapan batu pecah (ASTM C 127-88)
- Uji berat volume batu pecah (ASTM C 29/C 29 M-91a)
- Uji kebersihan batu pecah terhadap lumpur (pencucian) (ASTM C 117-95)
- Uji analisa saringan batu pecah (ASTM C 136-95a)

### D. Pembuatan Benda Uji

Untuk mendapatkan jumlah serta kebutuhan komposisi dari bahan-bahan pembentuk beton seperti semen, agregat kasar, agregat halus dan air, penulis merujuk kepada SNI 03-2834- 2000 Langkah-langkah pembuatan benda uji, adalah:

1. Membersihkan alat-alat yang akan digunakan kemudian menyiapkan dan menimbang bahan-bahan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.

2. Memasukkan bahan-bahan ke dalam molen, aduk hingga bahan-bahan tersebut tercampur dengan baik
3. Kemudian masukkan paku ke dalam molen sesuai dengan variasi yang telah ditentukan
4. Dilakukan uji slump untuk mengukur tingkat workability adukan
5. Apabila nilai slump sudah sesuai yang direncanakan, tuangkan campuran ke dalam cetakan silinder dan dirojok agar campuran menjadi padat dan permukaannya diratakan
6. Diamkan cetakan selama 24 jam, kemudian cetakan dibuka dan dilakukan perawatan beton Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 75 buah, terbagi seperti di Gambar.3

### E. Metode Perawatan Benda Uji

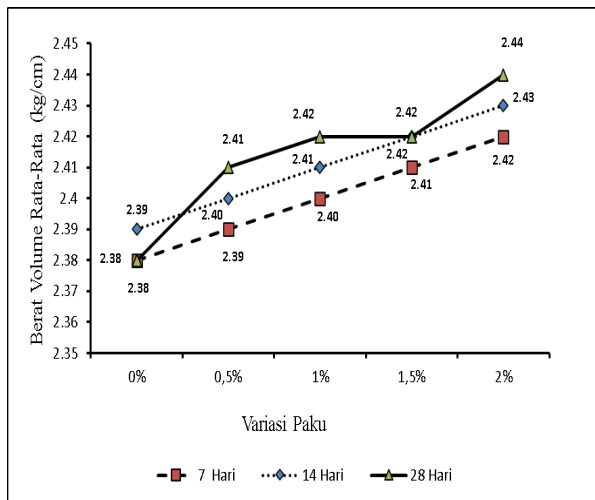
Perawatan/*curing* beton adalah suatu pekerjaan untuk menjaga permukaan beton segar agar selalu lembab, hal ini dimaksudkan untuk menjamin proses hidrasi dapat berlangsung secara sempurna sehingga beton tidak mengalami retak-retak dan mutu beton yang diinginkan pun dapat tercapai. Perawatan benda uji 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 hari sebelum pengetestan benda uji diangkat dan dидiamkan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume beton dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari dengan variasi penambahan paku 0%, 0,5%, 1% 1,5% dan 2% terhadap berat pasir. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur dimensi serta menimbang berat dari benda uji tersebut sebelum dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

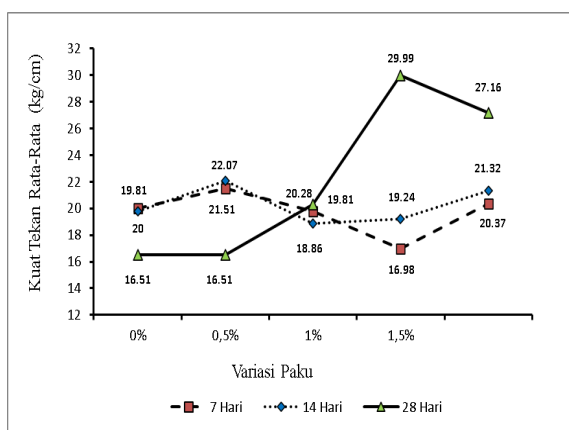


Gambar 4. Hubungan berat volume beton dan variasi paku pada umur 7,14 Dan 28 Hari

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar penambahan persentase Paku kedalam campuran beton maka berat volume beton semakin meningkat, hal ini disebabkan karena paku memiliki berat jenis yang cukup berat.

### B. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari, menggunakan alat uji tekan beton, pompa hidraulic jenis single action dengan silinder berdiameter 15 cm serta tinggi 30 cm untuk benda ujinya. Perhitungan kuat tekan beton menggunakan persamaan 1

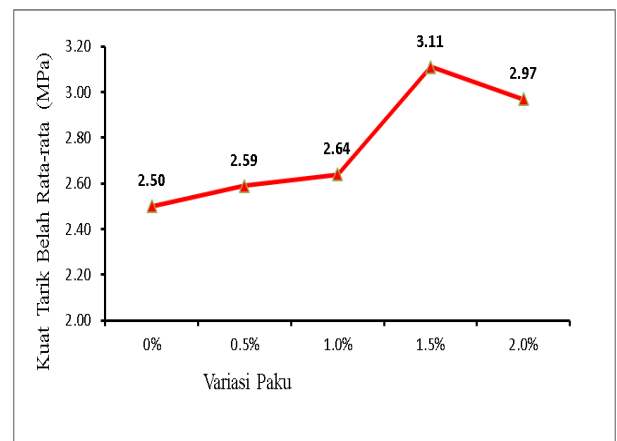


Gambar 5. Hubungan antara kuat tekan beton dan variasi paku terhadap umur 7,14, dan 28 hari

Berdasarkan dan gambar 5 menunjukkan bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Namun beton dengan umur 7 dan 14 hari mengalami penurunan pada penambahan 1% dan 1,5% Paku dibandingkan dengan umur 28 hari, Beton dengan umur 28 hari memiliki kuat tekan tertinggi di mana pada beton dengan penambahan 1,5% Paku kuat tekannya sebesar 29,99 MPa dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan paku sebesar 16,51 MPa,

### C. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Untuk pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Pengujian kuat tarik belah sama seperti pengujian kuat tekan tetapi yang membedakan adalah posisi beton yang direbahkan serta penggunaan plat besi agar beban terbagi secara rata. Benda uji yang digunakan silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.



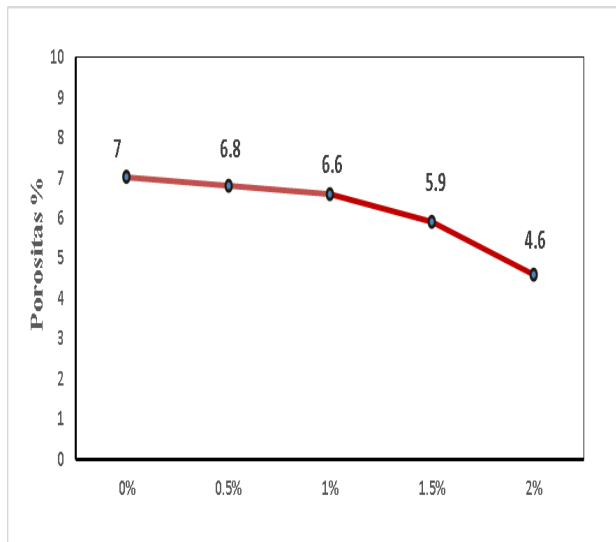
Gambar 6. Grafik kuat tarik belah beton umur 28 hari

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 6 menunjukkan bahwa penambahan Paku pada campuran beton mengakibatkan peningkatan nilai kuat tarik belah beton. Nilai kuat tarik belah meningkat secara berturut-turut seiring dengan penambahan Paku. Di mana untuk variasi 0,5% sebesar 2,59 MPa mengalami peningkatan sebesar 3,8% dari beton normal, beton serat variasi 1% sebesar 2,64 MPa mengalami peningkatan sebesar 5,7%, beton serat dengan variasi 1,5% sebesar 3,11 MPa mengalami peningkatan sebesar 24,5% dari beton normal. (Tertinggi) dan beton serat dengan

variasi 2% sebesar 2,97 MPa mengalami peningkatan sebesar 15,1% dari beton normal

#### D. Hasil Pengujian Porositas

Pengujian porositas pada penelitian ini dilakukan pada umur beton 28 hari, dengan cara menimbang berat basah dan berat kering beton, silinder yang digunakan berdiameter 5cm serta tinggi 10cm. Perhitungan porositas beton menggunakan persamaan. 4



Gambar 7. Hubungan Porositas Dan Variasi Paku

Berdasarkan tabel 4 dan gambar 7 dapat dilihat bahwa penambahan paku pada beton mengakibatkan porositas beton menurun secara berturut-turut seiring dengan penambahan variasi paku dimana untuk 0,5% mengalami penurunan sebesar 0,2% dari beton normal, beton serat dengan variasi 1% mengalami penurunan sebesar 0,4% dari beton normal, beton serat variasi 1,5% mengalami penurunan sebesar 1,1% dari beton normal dan beton serat dengan variasi 2% mengalami penurunan sebesar 2,4% dari beton normal

#### E. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 1. Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Pada Umur 28 Hari

Variasi Kawat Paku	Kuat tekan $f'_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	Kuat tarik belah $f_{ct}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Rasio $X = f'_{ct} / \sqrt{f'_c}$
0%	16,51	2,50	0,61
0,5%	16,51	2,59	0,63
1,0%	20,28	2,64	0,58
1,5%	29,99	3,11	0,56
2,0%	27,16	2,97	0,56

Dari tabel 1, menunjukkan hubungan antara kuat tekan dengan kuat tarik belah beton, baik yang menggunakan paku maupun yang tanpa menggunakan paku.

1. Beton normal 0% memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan :  $f'_{ct} = 0,61 \cdot \sqrt{f'_c}$
2. Beton dengan variasi Paku 0,5% memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan :  $f'_{ct} = 0,63 \cdot \sqrt{f'_c}$
3. Beton dengan variasi Paku 1% memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan :  $f'_{ct} = 0,58 \cdot \sqrt{f'_c}$
4. Beton dengan variasi Paku 1,5% memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan :  $f'_{ct} = 0,56 \cdot \sqrt{f'_c}$
5. Beton dengan variasi Paku 2% memiliki hubungan kuat tarik belah terhadap kuat tekan :  $f'_{ct} = 0,56 \cdot \sqrt{f'_c}$
6. Data eksperimen menunjukkan bahwa rasio antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton naik turun tergantung pada bertambahnya serat

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Penggunaan serat paku penambahan 1,5% dengan nilai kuat tekan maksimum 29,99 MPa, mengalami peningkatan sebesar 81,7% dari beton normal,
2. Sedangkan kuat tarik belah maksimal beton dengan campuran paku variasi 1,5% sebesar 3,11 MPa mengalami peningkatan sebesar 24,5% dari beton normal.

Menurut Departemen PU (Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 – 2005) (Tabel 2.5) tentang mutu beton dan penggunaannya, beton dengan variasi paku 1% sebesar 20,28 MPa, variasi paku 1,5% sebesar 29,99 MPa dan variasi paku 2%

<https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p119-125>



sebesar 27,16 MPa termasuk dalam jenis beton mutu sedang, dengan standar nilai kuat tekan  $20 < 35$  MPa, dapat digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, lantai atap gedung yang mengalami muai susut yang tinggi

Zuraidah, S., S., Hastono, K. B., Trisnawati, E., & Sumaryam, S. (2022). Penggunaan Limbah Batang Eceng Gondok untuk Beton Fiber. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 4(2), 96-101.

## REFERENSI

ASTM, 2002, *Concrete and Aggregate, Annual Book of ASTM Standards 2002, Vol. 04.02, American Society for Testing and Materials, Philadelphia*

Bhima, T. M., Riyadi, M., & Tiyani, L. (2022). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Paku Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. *Construction and Material Journal*, 4(3), 199-214.

Evans, C., Davies, T. D., & Murdoch, P. S. (1999). Component flow processes at four streams in the Catskill Mountains, New York, analysed using episodic concentration/discharge relationships. *Hydrological Processes*, 13(4), 563-575.

Hermansyah, H., Siswanto, M. F., & Saputra, A. (2019). Tinjauan Hubungan Kuat Tekan dan Lentur Beton dengan Bahan Tambah Serat Baja untuk Perkerasan Paku. *Jurnal Tambora*, 3(1), 1-5.

Nasional, B. S. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *SK SNI*, 3, 2834-2000.

Sarya, G., Rochmah, N., & Lukmansyah, I. (2018). Pengaruh Paku Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. *JHP17: Jurnal Hasil Penelitian*, 3(02).

Sujatmiko, Bambang. (2019). *Teknologi Beton dan Bahan Bangunan*. Surabaya: Media Sahabat Cendekia

Tiara, Davichi Daily., Mufti, W. H., & Taufik, T. (2020). Pengaruh Penambahan Paku Triplek Terhadap Beton Dengan Mutu  $F_c$  25 Mpa (Doctoral dissertation, Universitas Bung Hatta).

Tjokrodijuljo, K. (1996). *Teknologi beton*.

Zuraidah, S., Hastono, B., & Jehabut, M. (2022). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 5(2), 93-98.

Zuraidah, S., Hastono, B., & Lidia, M. A. (2018, October). Penggunaan Serat Polypropylene Dari Limbah Strapping Band Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan. In Seminar Nasional Ilmu Terapan Penguasaan Teknologi dan Bahasa Asing Dalam Menghadapi Pertumbuhan Ekonomi Dunia di Era Revolusi Industri 4.0 (pp. 1-8). Universitas Widya Kartika.