

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH PAKU KAYU UNTUK BETON FIBER

Alfonsius Anjelo Dardur ¹⁾, Safrin Zuraidah ²⁾, Bambang Sujatmiko ³⁾

¹⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: anjelodardur1@gmail.com

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya, Indonesia

Email: safrin.zuraidah@unitomo.ac.id

³⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya, Indonesia

Email: bambang Sujatmiko@unitomo.ac.id

Abstract

The purpose of this study is intended to analyze the effect of the addition of wood nail waste and the addition of superplasticizer additives to obtain the optimal composition value that produces the maximum compressive strength and tensile strength of concrete at the age of 28 days. The variation in the percentage of Wood Nail Waste used in this study is 0%, 1.5%, 2%, and 3% of the weight of sand, without the addition of additives and using a superplasticizer of 1% of the weight of cement. In this study, the planned concrete quality $f_c = 25$ MPa. The experimental research method uses 15 x 30 cm cylindrical test pieces as many as 96 test pieces for compression and tensile strength tests. The results of the study were the addition of wood nail waste without the addition of 1% superplasticizer, the compressive strength was 18.30 Mpa; 18.49 Mpa; 19,62; and 19.81 Mpa. For a tensile strength of 2.36 Mpa; 2.42 Mpa; 2.50 Mpa; and 2.52 Mpa. Meanwhile, the variation of nail waste with the addition of a 1% superplasticizer with compressive strength was 18.39 Mpa; 26.98 Mpa; 25.09 Mpa; and 25.47 Mpa. For concrete tensile strength of 2.69 Mpa; 2.78 Mpa; 3.25 Mpa; and 3.28 Mpa. The results showed that the maximum compressive strength and tensile strength in the variation of wood nail waste with the addition of a superplasticizer of 1% in the variation of 1.5% for compressive strength, for the tensile strength in the variation of 3%.

Keywords: Wood Nail Waste, Superplasticizer, Compressive Strength, Tensile Strength of Concrete.

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisa pengaruh penambahan limbah paku kayu dan penambahan zat additive superplasticizer untuk mendapatkan nilai komposisi yang optimum yang menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton maksimal pada umur 28 hari. Adapun variasi persentase Limbah Paku Kayu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0%, 1,5%, 2%, dan 3% dari berat pasir, tanpa penambahan zat additive dan menggunakan *superplasticizer* 1% dari berat semen. Penelitian ini mutu beton yang direncanakan $f_c = 25$ MPa. Metode penelitian eksperimental dengan menggunakan benda uji silinder 15 x 30 cm sebanyak 96 benda uji untuk uji tekan dan kuat tarik belah. Hasil penelitian dengan penambahan limbah Paku kayu tanpa penambahan *superplasticizer* 1% kuat tekan sebesar 18,30 Mpa; 18,49 Mpa; 19,62; dan 19,81 Mpa. Untuk kuat tarik belah sebesar 2,36 Mpa; 2,42 Mpa; 2,50 Mpa; dan 2,52 Mpa. Sedangkan variasi limbah paku dengan penambahan *superplasticizer* 1% kuat tekan sebesar 18,39 Mpa; 26,98 Mpa; 25,09 Mpa; dan 25,47 Mpa. Untuk kuat tarik belah beton sebesar 2,69 Mpa; 2,78 Mpa; 3,25 Mpa; dan 3,28 Mpa. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan dan kuat tarik belah maksimum pada variasi limbah paku kayu dengan penambahan *superplasticizer* 1% pada variasi 1,5% untuk kuat tekan, untuk kuat tarik belahnya pada variasi 3%.

Kata Kunci: Limbah Paku Kayu, *Superplasticizer*, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Beton.

PENDAHULUAN

Beton sering digunakan sebagai material bangunan karena mudah dibuat dan awet untuk elemen struktural yang memikul beban yang berat, elemen non-struktural yang ringan (seperti dinding pembatas) digunakan untuk meningkatkan workabilitas dan mengurangi beban struktur. Karena keunggulannya, seperti kekuatan beton masih diminati sebagai bahan konstruksi tekanan tinggi, mudah dibentuk, dan mudah dirawat setelah beton mengeras. Untuk mendapatkan sifat yang diinginkan, beton dapat ditambahkan bahan tambahan atau campuran lainnya. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk menghasilkan beton yang berkualitas tinggi, faktor yang perlu diperhatikan adalah bahan, proporsi campuran, dan proses pembuatan beton. Selain itu, campuran beton kadang-kadang ditambahkan dengan berbagai bahan tambahan termasuk limbah, bahan kimia, dan serat dengan proporsi tertentu. Beton sangat kaku sehingga tahan terhadap angin dan getaran lantai.

Bhima, T. M., dkk (2022) Meneliti tentang Analisa Pengaruh Penambahan Limbah Paku Terhadap Sifat

Mekanis Beton Normal. Penambahan limbah paku pada campuran beton memiliki pengaruh negatif (penurunan) dan signifikan terhadap nilai kuat tekan beton. Sehingga nilai kuat tekan tertinggi terjadi pada beton tanpa campuran limbah paku. Penambahan limbah paku pada campuran beton memiliki pengaruh positif dengan variasi 1% terhadap nilai kuat tarik belah optimum yang memberikan peningkatan sebesar 5,64% dari beton tanpa campuran limbah paku. Nilai kuat lentur optimum terjadi pada beton dengan campuran limbah paku 1% yang meningkat sebesar 26,67% dari beton tanpa campuran limbah paku.

Meskipun Beton memiliki semua kelebihan, tetapi memiliki kekuatan tarik yang rendah. Karena peran beton sangat penting dalam proses pembangunan, penelitian harus dilakukan upaya pengembangannya ialah dengan cara memperbaiki sifat kelemahan beton, yaitu kuat tarik yang rendah. Peneliti mencoba mencari cara untuk memperbaiki sifat kelemahan beton dengan menambahkan limbah kedalam adukan. Ada juga *superplasticizer* sebagai bahan tambahan yang dikenal sebagai additive atau admixture untuk meningkatkan workability beton dan berfungsi

meningkatkan nilai slump. Limbah paku kayu merupakan limbah sisa dari pembuatan suatu bangunan konstruksi. Limbah paku kayu kalau tidak dimanfaatkan lagi bisa menyebabkan korosi, pencemaran lingkungan, bila disimpan di tanah dapat menyebabkan tanah tidak subur karena ketika kena air hujan korosi limbah paku dapat menyebar.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Aldio Kevin Antow (2023). Meneliti tentang Pengaruh Penambahan Fiber Paku Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton. Tujuan dari penelitian ini memperbaiki kelemahan beton yaitu mudah retak apabila kena beban tarik. 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. 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.

Bhima, T. M., dkk (2022) Meneliti tentang Analisa Pengaruh Penambahan Limbah Paku Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. Penelitian ini dilakukan dengan cara mencampurkan beton dengan bahan tambah limbah paku dengan variasi 0%, 1%, 1,5%, dan 2% terhadap berat beton. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah paku dapat menurunkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari dan modulus elastisitas seiring pertambahan variasi limbah paku. Namun penggunaan limbah paku pada variasi tertentu dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah dan kuat lentur beton. Penambahan limbah paku dengan variasi 0%, 1%, 1,5%, dan 2% menghasilkan 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. Variasi limbah paku tersebut juga menghasilkan 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.

Rivaldo Sitanggang dkk (2022) Meneliti tentang Penggunaan *Superplasticizer* pada Beton Mutu $f'c$ 25 Mpa. Maksud dari penelitian ini adalah untuk memahami pengaruh penggunaan *Superplasticizer* terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton. Kualitas beton yang diharapkan $f'c$ 25 MPa diuji pada 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari setelah perendaman pertama. Pada penelitian ini kuat tekan beton tanpa bahan tambah *superplasticizer* (beton normal) diperoleh kuat tekan sebesar 25,2 MPa hal ini membuktikan bahwa beton normal sesuai dengan mutu yang diharapkan. Sedangkan untuk penelitian penggunaan *superplasticizer*

dengan dosis 0,5% dapat meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 5,6% dari kuat tekan rencana dengan nilai kuat tekan 26,4 MPa dan maksimum yang diperoleh pada variasi 1% *superplasticizer* yaitu 16,4% dari kuat tekan rencana dengan nilai kuat tekan 29,1 MPa. Maka disimpulkan bahwa pengaruh penggunaan bahan *superplasticizer* dapat meningkatkan daya tekan beton, makin banyak dosis *superplasticizer* yang dipakai maka semakin tinggi dayat tekan yang diperoleh.

B. Pengertian Beton

Beton adalah suatu material bahan konstruksi yang tersusun atas campuran semen, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (krikil) dan jika diperlukan, bahan tambah admixture atau additive. Campuran semen dan air berfungsi sebagai pengikat antar material, dan agregat kasar (kerikil atau batu pecah) dan agregat halus (pasir) berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat utama beton. Beton menjadi lebih keras seiring bertambahnya usia dan mencapai kekuatan rencana (f_c) pada 28 hari, suhu dan faktor air semen sangat memengaruhi kecepatan peningkatan kekuatan beton ini.

C. Material Pembentuk Beton

1. Semen Portland

Semen merupakan suatu bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Dalam pengertian umum, semen adalah suatu binder, suatu zat yang dapat menetapkan dan mengeringkan dengan bebas, dan dapat mengikat material lain. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Mulyono, 2004).

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran beton. Agregat dapat digunakan sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton (Nawy, 1998). Agregat berdampak besar pada sifat dan kekuatan beton karena volume agregat lebih dari atau kurang dari 70% volume beton. Agregat terbagi menjadi dua jenis: kasar dan halus. Agregat kasar memiliki butiran yang besar (lebih besar dari 4,8 mm), dan agregat halus memiliki butiran kecil. Agregat halus (lebih kecil dari 4,8 mm) digunakan untuk mengisi beton. Agregat halus harus memiliki bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, kuat, keras, ulet, dan gradasi yang baik.

3. Air

Air biasanya digunakan sebagai campuran beton saat membuat beton untuk memulai proses kimiawi semen, membasahi agregat, dan memudahkan pekerjaan. Kualitas air sangat mempengaruhi kekuatan beton. Air diusahakan agar tidak membuat rongga pada beton, tidak membuat retak pada beton dan tidak membuat korosi pada tulangan yang mengakibatkan beton menjadi rapuh (SNI 03-2847-2002).

4. Limbah Paku Kayu

Paku merupakan bahan bangunan yang dibutuhkan pada setiap pengerjaan konstruksi bangunan. Jenis paku lain yang sangat dibutuhkan saat membangun bangunan adalah paku

kayu. Karena paku kayu adalah bahan bangunan yang paling umum digunakan selama proses pembangunan, paku kayu digunakan untuk memaku berbagai jenis kayu seperti balok, triplek, papan, dan sebagainya. Paku ini juga biasa digunakan untuk menggantung pernak-pernik atau furnitur di dinding rumah. Limbah paku kayu merupakan sisa dari pembuatan sebuah bangunan konstruksi. limbah paku kayu ketika tidak dimanfaatkan kembali dapat menyebabkan korosi, pencemaran lingkungan dan menghambat kesuburan tanah, karena korosinya dapat menyebarkan bila kena air hujan. Penelitian ini menggunakan limbah paku kayu yang di ambil dari Proyek Pembangunan Perumahan Griya Citra Asri. Pada proyek ini banyak paku yang sudah dipakai tersekar dan tidak digunakan lagi.

D. Pengujian Beton

1. Kuat Tekan Beton

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, yang mengakibatkan penghancuran benda uji beton ketika dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah mesin uji tekan (Compression Test Machine). Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus berikut:

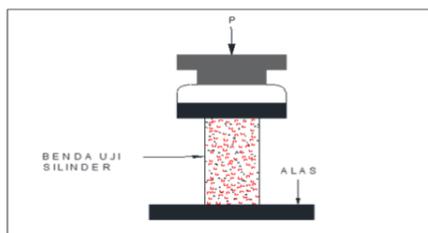
$$F_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

F_c' = Kuat Tekan (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas Penampang benda uji (mm²)



Gambar 1 Pengujian Kuat tekan

2. Kuat Tarik Belah

Menurut SNI 03-2491-2002, nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Benda uji akan terbelah dua pada saat kekuatan tarik belah tercapai. Kekuatan tarik belah dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut (SNI 03- 2491-2002).

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

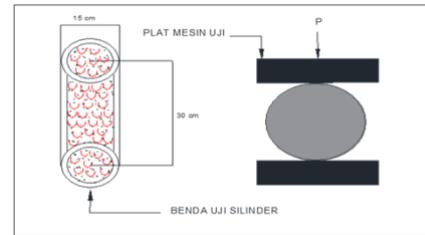
Keterangan:

F_{ct} = Kuat tarik belah beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji silinder (mm)

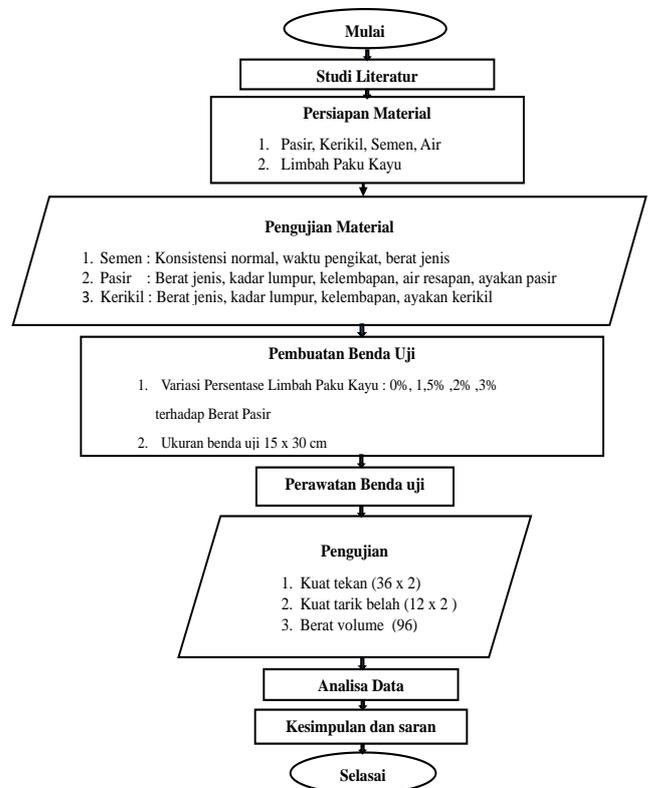
D = Diameter benda uji silinder (mm)



Gambar 2 Pengujian Kuat Tarik Belah

METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir (Flow Chart)



Gambar 3 Bagan Alir (Flowchart) Penelitian

B. Variabel Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental untuk memperoleh data-data penelitian dengan melaksanakan pengujian dan penelitian di Laboratorium beton. Metode penelitian ini yaitu dengan membandingkan penambahan limbah paku kayu untuk campuran beton fiber dengan komposisi 0%, 1,5%, 2%, 3% dengan penambahan zat additive (superplasticizer) terhadap berat semen. Benda uji berbentuk silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm Sebanyak 3 buah tiap variasi. Kemudian diuji kekuatannya dengan variasi umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

C. Pengujian Mutu Material

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

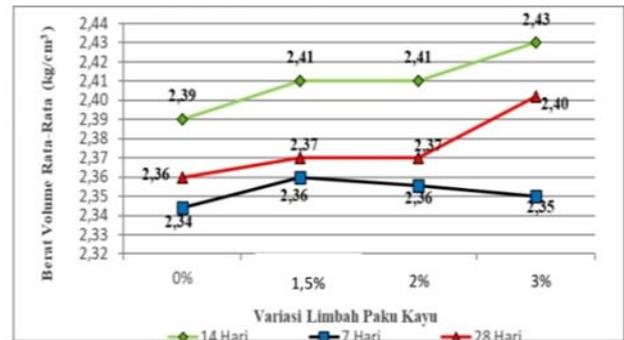
Pengujian agregat kasar, meliputi:

- ❖ 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)

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

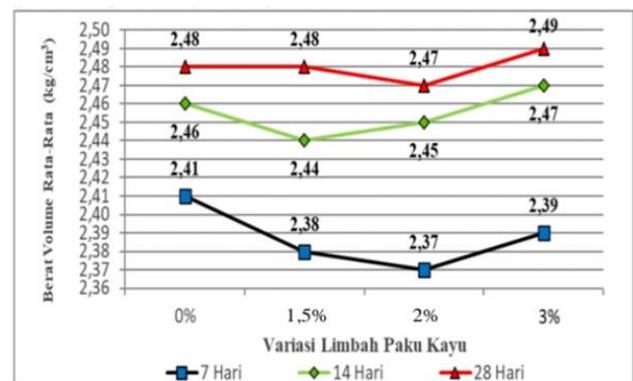
A. Hasil Pengujian Berat Volume Beton

Pengujian berat volume beton dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari dengan persentase penambahan limbah paku kayu 0%, 1,5%, 2% dan 3%. 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.



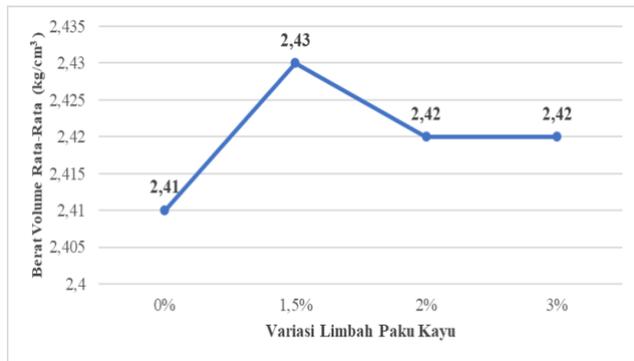
Gambar 4 Grafik Rekapitulasi Berat Volume Beton Terhadap Umur dan Variasi Limbah Paku Kayu Tanpa Zat Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 4 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan persentase dengan variasi limbah paku kayu kedalam campuran beton maka berat volume beton semakin meningkat, Sehingga penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan limbah paku kayu kedalam campuran adukan beton dimana berat volume beton dengan tambahan limbah paku kayu terbesar pada umur 14 hari adalah beton dengan persentase 3% sebesar 2,43 kg/cm³. Pada umur 28 hari mengalami penurunan karena hari pengujian diundur, maka terjadi penurunan berat volumennya.



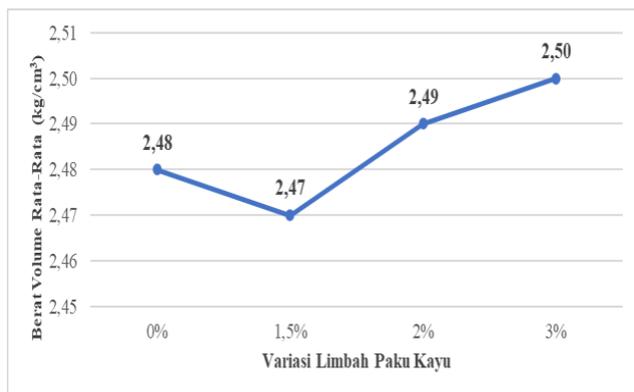
Gambar 5 Grafik Rekapitulasi Berat Volume Beton Terhadap Umur dan Variasi Limbah Paku Kayu Dengan Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 5 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan persentase dengan variasi limbah paku kayu kedalam campuran beton maka berat volume beton semakin meningkat, Sehingga penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan limbah paku kayu kedalam campuran adukan beton dimana berat volume beton dengan tambahan limbah paku kayu dengan penambahan zat addtive (*superplasticizer*) 1%, maka nilai terbesar pada umur 28 hari adalah beton dengan persentase 3% sebesar 2,49 kg/cm³.



Gambar 6 Grafik Hasil Berat Volume Beton Untuk Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari Tanpa Zat Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 6 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan persentase dengan variasi limbah paku kayu kedalam campuran beton maka berat volume beton semakin meningkat. Sehingga penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan limbah paku kayu kedalam campuran adukan beton dimana berat volume beton dengan tambahan limbah paku kayu terbesar pada umur 28 hari adalah beton dengan persentase 1,5% sebesar 2,43 kg/cm³.

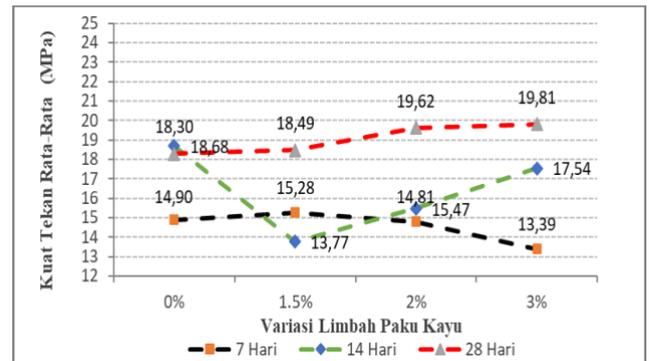


Gambar 7 Grafik Hasil Berat Volume Beton Untuk Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari Dengan Zat Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 7 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan persentase dengan variasi limbah paku kayu kedalam campuran beton maka berat volume beton semakin meningkat, Sehingga penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan limbah paku kayu kedalam campuran adukan beton dimana berat volume beton dengan tambahan limbah paku kayu dengan penambahan zat *additive (superplasticizer)* 1%, maka nilai terbesar pada umur 28 hari adalah beton dengan persentase 3% sebesar 2,50 kg/cm³

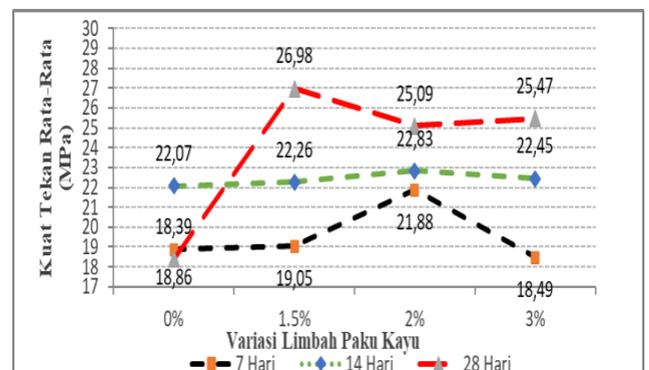
B. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan pada penelitian ini dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin uji tekan dan benda uji silinder yang berdiameter 15 cm serta tinggi 30 cm. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium teknologi beton universitas Dr. Soetomo didapatkan data - data sebagai berikut :



Gambar 8 Grafik Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton 7, 14, dan 28 hari Tanpa Zat Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Beton dengan umur 28 hari memiliki kuat tekan tertinggi pada persentase 1,5%, 2%, dan 3% dan penurunan pada persentase 0% di mana pada beton normal persentase 0% tanpa menggunakan limbah paku kayu sebesar 18,30 MPa, sementara untuk beton yang menggunakan variasi limbah paku kayu mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Di mana variasi limbah paku kayu untuk persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 18,49 Mpa, untuk persentase 2% mengalami peningkatan sebesar 18,62 Mpa, dan untuk persentase 3% mengalami peningkatan sebesar 19,81 Mpa.



Gambar 9 Grafik Rekapitulasi Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton 7,14, dan 28 hari Dengan Zat Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Beton dengan umur 28 hari memiliki kuat tekan tertinggi pada persentase 1,5%, 2%, dan 3% dan penurunan pada persentase 0% di mana pada beton normal persentase 0% di tambah zat *additive (superplasticizer)* 1% dan tanpa menggunakan limbah paku kayu sebesar 18,39 MPa, sementara untuk beton yang menggunakan variasi limbah paku kayu dan di tambah dengan zat *additive (superplasticizer)* 1% mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Di mana variasi limbah paku kayu untuk persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 26,98 Mpa, untuk

persentase 2% mengalami peningkatan sebesar 25,09 Mpa, dan untuk persentase 3% mengalami peningkatan sebesar 25,47 Mpa.

C. Perbandingan Berat Volume Beton Tanpa Menggunakan Zat Additive (*Superplasticizer*) Dan Menggunakan Zat Additive (*Superplasticizer*)

Dalam penelitian ini perbandingan berat volume beton tanpa menggunakan zat *additive* dan menggunakan zat *additive (superplasticizer)* yang diambil dari rekapitulasi berat volume pada gambar 4 dan 5 Dengan peningkatan terbesar dari umur beton menunjukkan bahwa berat volume beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton, dengan peningkatan pada umur 28 hari. Pada beton yang tanpa menggunakan zat *additive (superplasticizer)* memiliki berat volume tertinggi pada umur 14 hari dengan persentase 3% sebesar 2,43, sedangkan pada umur 28 hari mengalami penurunan dengan persentase 3% sebesar 2,40 Mpa, karena waktu pengujiannya diundur, maka terjadi penurunan berat volumenya. Pada beton yang menggunakan zat *additive (superplasticizer)* 1% mengalami peningkatan berat volume tertinggi dengan persentase 3% sebesar 2,49.

Jadi untuk perbandingan berat volume beton tanpa menggunakan zat *additive* dan menggunakan zat *additive*, lebih besar nilai peningkatan berat volume yang menggunakan zat *additive (superplasticizer)* dengan nilai tertinggi dengan persentase 3% mengalami peningkatan sebesar 2,49 Mpa. Untuk berat volume tanpa menggunakan zat *additive (superplasticizer)* nilai tertinggi dengan persentase 3% hanya mengalami peningkatan 2,43 Mpa.

D. Perbandingan Kuat Tekan Tanpa Menggunakan Zat Additive (*Superplasticizer*) Dan Menggunakan Zat Additive (*Superplasticizer*)

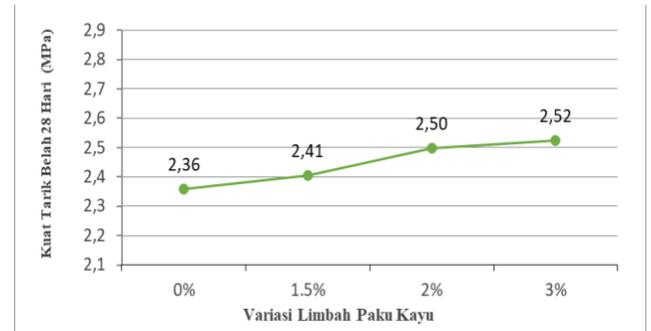
Dalam penelitian ini perbandingan kuat tekan tanpa menggunakan zat *additive (superplasticizer)* dan menggunakan zat *additive (superplasticizer)* yang di ambil dari rekapitulasi kuat tekan dengan peningkatan terbesar dari umur beton. Berdasarkan Gambar 8 dan 9 diatas menunjukkan bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. dengan peningkatan pada umur 28 hari. Pada beton yang tanpa menggunakan zat *additive (superplasticizer)* memiliki kuat tekan tertinggi dengan persentase 0% beton normal sebesar 18,30 Mpa dan variasi limbah paku untuk persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 18,49 Mpa, persentase 2% sebesar 18,62 Mpa, dan persentase 3% sebesar 19,81 Mpa. Pada beton yang menggunakan zat *additive (superplasticizer)* 1% memiliki kuat tekan tertinggi dengan persentase 0% tanpa variasi limbah paku kayu sebesar 18,39 MPa, dan variasi limbah paku kayu dengan persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 26,98 Mpa, persentase 2% sebesar 25,09 Mpa, dan persentase 3% sebesar 25,47 Mpa.

Jadi untuk perbandingan kuat tekan beton tanpa menggunakan zat *additive* dan menggunakan zat *additive*, lebih besar nilai peningkatan kuat tekan yang menggunakan zat *additive (superplasticizer)* dengan nilai tertinggi dengan persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 26,98 Mpa. Untuk kuat tekan tanpa menggunakan zat *additive*

(*superplasticizer*) nilai tertinggi dengan persentase 3% hanya mengalami peningkatan 19,81 Mpa.

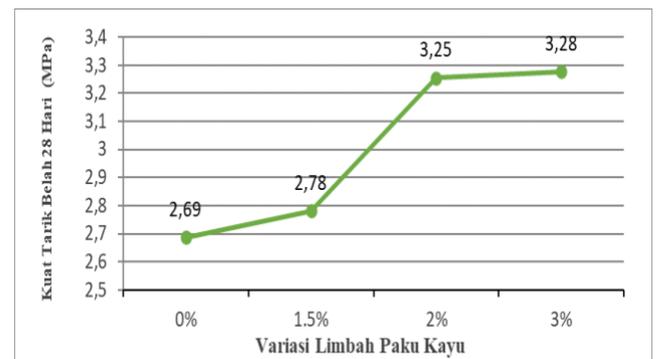
E. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

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 10 Grafik Kuat Tarik Belah Beton Terhadap Umur 28 Hari Tanpa Zat Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 10 dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah paku kayu dengan persentase 0%, 1,5%, 2%, dan 3% pada campuran beton mengakibatkan peningkatan maksimal nilai kuat tarik belah beton. Nilai kuat tarik belah pada beton normal 0% yang tanpa menggunakan limbah paku kayu sebesar 2,36 Mpa, sementara untuk beton yang menggunakan variasi limbah paku kayu mengalami peningkatan maksimal seiring dengan bertambahnya persentase limbah paku kayu. Dimana untuk persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 2,41 MPa, untuk persentase 2% mengalami peningkatan sebesar 2,50 MPa dan untuk persentase 3% mengalami peningkatan sebesar 2,52 Mpa.



Gambar 11 Grafik Kuat Tarik Belah Beton Terhadap Umur 28 Hari Dengan Zat Additive (*Superplasticizer*)

Berdasarkan Gambar 11 dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah paku kayu dengan persentase 0%, 1,5%, 2%, dan 3% dengan penambahan zat *additive (superplasticizer)* 1% pada campuran beton mengakibatkan peningkatan maksimal nilai kuat tarik belah beton. Nilai kuat tarik belah pada beton 0% yang tanpa menggunakan limbah paku kayu sebesar 2,69 Mpa, sementara untuk beton yang menggunakan variasi limbah paku kayu mengalami peningkatan maksimal seiring dengan bertambahnya

persentase limbah paku kayu. Dimana untuk persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 2,78 MPa, untuk persentase 2% mengalami peningkatan sebesar 3,25 MPa dan untuk persentase 3% mengalami peningkatan sebesar 3,28 Mpa.

F. Perbandingan Kuat Tarik Belah Tanpa Menggunakan Zat Additive (*Superplasticizer*) Dan Menggunakan Zat Additive (*Superplasticizer*)

Dalam penelitian ini perbandingan kuat tekan tanpa menggunakan zat additive (*superplasticizer*) dan menggunakan zat additive (*superplasticizer*) yang di ambil dari rekapitulasi kuat tekan dengan peningkatan terbesar dari umur beton. Berdasarkan Gambar 10 dan 11 dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah paku kayu dengan persentase 0%,1,5%,2%, dan 3% pada campuran beton mengakibatkan peningkatan maksimal nilai kuat tarik belah beton. Nilai kuat tarik belah pada beton normal 0% yang tanpa menggunakan limbah paku kayu sebesar 2,36 Mpa, sementara untuk beton yang menggunakan variasi limbah paku kayu mengalami peningkatan maksimal seiring dengan bertambahnya persentase limbah paku kayu. Dimana untuk persentase 1,5% sebesar 2,41 MPa, persentase 2% sebesar 2,50 MPa dan persentase 3% peningkatan sebesar 2,52 Mpa. Dan penambahan limbah paku kayu dengan persentase 0%,1,5%,2%, dan 3% dengan penambahan zat additive (*superplasticizer*) 1% pada campuran beton mengakibatkan peningkatan maksimal nilai kuat tarik belah beton. Nilai kuat tarik belah pada beton 0% yang tanpa menggunakan limbah paku kayu sebesar 2,69 Mpa, sementara untuk beton yang menggunakan variasi limbah paku kayu mengalami peningkatan maksimal seiring dengan bertambahnya persentase limbah paku kayu . Dimana untuk persentase 1,5% mengalami peningkatan sebesar 2,78 MPa, untuk persentase 2% sebesar 3,25 MPa dan untuk persentase 3% sebesar 3,28 Mpa.

Jadi untuk perbandingan kuat tarik belah beton tanpa menggunakan zat additive dan menggunakan zat additive, lebih besar nilai peningkatan kuat tarik belah yang menggunakan zat additive (*superplasticizer*) dengan nilai tertinggi dengan persentase 3% mengalami peningkatan sebesar 3,28 Mpa. Untuk kuat tarik belah tanpa menggunakan zat additive (*superplasticizer*) nilai tertinggi dengan persentase 3% hanya mengalami peningkatan 2,52 Mpa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium teknologi beton universitas Dr. Soetomo, maka penulis dapat memberikan beberapa kesimpulan mengenai pengaruh penggunaan limbah paku kayu dan penambahan zat additive (*superplasticizer*) kedalam campuran beton, sebagai berikut:

1. Penggunaan limbah paku kayu dengan variasi 0%, 1,5%, 2%, dan 3% kedalam campuran beton dapat mempengaruhi kekuatan beton, dimana beton dengan menggunakan variasi limbah paku kayu mengalami peningkatan kuat tekan dan kuat tarik belah dari beton normal.
2. Penggunaan limbah paku kayu dengan variasi 0%, 1,5%, 2%, dan 3% tanpa zat additive (*superplasticizer*)

mengalami peningkatan nilai kuat tekan beton, dimana nilai kuat tekan dengan variasi persentase 3% sebesar 19,81 Mpa meningkat dari nilai kuat tekan beton normal dengan variasi persentase 0% sebesar 18,30 Mpa. Sedangkan kuat tarik belah mengalami peningkatan dengan variasi persentase 3% sebesar 2,52 Mpa meningkat dari nilai kuat tarik belah beton normal dengan variasi persentase 0% sebesar 2,36 Mpa.

3. Penggunaan limbah paku kayu dengan variasi 0%, 1,5%, 2%, dan 3% dengan zat additive (*superplasticizer*) ternyata berpengaruh pada campuran beton dengan mengalami peningkatan nilai kuat tekan beton, dimana nilai kuat tekan dengan variasi persentase 1,5% sebesar 26,98 Mpa meningkat dari nilai kuat tekan beton normal dengan variasi persentase 0% sebesar 18,39 Mpa. Sedangkan kuat tarik belah mengalami peningkatan dengan variasi persentase 3% sebesar 3,28 Mpa meningkat dari nilai kuat tarik belah beton normal dengan variasi persentase 0% sebesar 2,69 Mpa.

Berdasarkan hasil penelitian beton dengan campuran limbah paku kayu dan penambahan zat additive (*superplasticizer*) bisa direkomendasikan karena peningkatan kuat tekan dan tarik belah sangat meningkat seiring bertambahnya limbah paku kayu walaupun penurunan terlalu signifikan atau relatif sangat kecil.

REFERENSI

- Nasional, Badan Standardisasi. "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal." *SK SNI 3 (2000)*: 2834-2000.
- Nasional, Badan Standardisasi. "SNI 15-2049-2004 Semen Portland." Jakarta: BSN (2004).
- Indonesia, Standar Nasional. "Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder." *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta* (1974).
- Nasional, Badan Standardisasi. *Metode pengujian kuat tarik belah beton. SNI 03-2491-2002, Jakarta, 2002.*
- SNI 03-4810-1998. 1998. *Metode Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Lapangan.* Bandung: Badan Standar Nasional.
- Umum, Departemen Pekerjaan. "SK SNI S-04-1989-F Spesifikasi Agregat sebagai Bahan Bangunan." Bandung: Yayasan LPMB (1989).
- Bhima, T. M., Riyadi, M., & Tiyani, L. *Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Paku Terhadap Sifat Mekanis Beton Normal. Construction and Material Journal*, 4(3), 199-214.(2022)
- Dede Hoerudin, Hoerudin. *Analisi pengaruh perawatan curing air wtp dan air asam sulfat serta air laut pada beton dengan slag cement sebagai substitusi semen portland menggunakan metode SNI-03-2847-2002. Diss. Nusa Putra University, 2021.*
- Fauzi, A., & Walujodjati, E. *Kuat Tekan Beton Substitusi Agregat Kasar Daur Ulang dan Bahan Tambah Tipe F Super Plasticizer. Jurnal Konstruksi*, 19(2), (2021). 501-510.

- Liono, Sugito. "Pendetailan Tulangan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Sesuai dengan SNI 03-2847-2002." *Jurnal Teknik Sipil* 7.1 (2011): 15-41.
- Sitanggang, R., Hutabarat, N. S., & Ginting, R. *penggunaan superplasticizer pada beton mutu $f'c$ 25 mpa. jurnal ilmiah teknik sipil*, 11(2), 202-209. (2022).
- S., Zuraidah, S., Hastono, K. B., Trisnawati, E., & Sumaryam, S. *Penggunaan Limbah Batang Eceng Gondok untuk Beton Fiber. Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 4(2), 96-101. (2022)
- Santoso, A., Darmono, D., Ma'arif, F., & Sumarjo, H. *Studi Perbandingan Rancang Campur Beton Normal Menurut Sni 03-2834-2000 Dan Sni 7656: 2012. Inersia Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 13(2), 105-115. (2017)
- Soemantoro, M., Zuraidah, S., & Nosen, R. *Pemanfaatan limbah genteng sebagai bahan alternatif agregat kasar pada beton. Jurnal Teknik Sipil Unitomo*, 1(1). (2017)
- Swamy, R. N., & Jojagha, A. H. *Impact resistance of steel fibre reinforced lightweight concrete. International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete*, 4(4), 209-220. (1982)
- Zuraidah, S., Antow, A. K., Sujatmiko, B., & Hastono, B. *Pengaruh Penambahan Fiber Paku Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton. Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5(2), 119-126. (2023)
- Zuraidah, S., Hastono, B., & Jehabut, M. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton. Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 5(2), 93-98. (2022)