

## PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER PADA BETON

Trie Mayanti<sup>1)</sup>, Mardewi Jamal<sup>2)</sup>, M. Jazir Alkas<sup>3)</sup>

- <sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No.9  
Kampus Gunung Kelua, Samarinda  
e-mail: [mayatandirerung@gmail.com](mailto:mayatandirerung@gmail.com)
- <sup>2)</sup> Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No.9  
Kampus Gunung Kelua, Samarinda  
e-mail: [wic.djamal@gmail.com](mailto:wic.djamal@gmail.com)
- <sup>3)</sup> Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No.9  
Kampus Gunung Kelua, Samarinda  
e-mail: [mjalkaz@gmail.com](mailto:mjalkaz@gmail.com)

### ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat beton terutama dari segi kekuatannya menahan beban dan kemudahan pengerjaannya. Beton umumnya tersusun dari empat bahan penyusun utama yaitu semen, pasir, agregat, dan air. Usaha untuk mengefisienkan biaya tanpa mengurangi mutu dan kuat tekan diantaranya dengan menggunakan serbuk kayu dan bahan tambah.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi serbuk kayu terhadap volume agregat halus dengan bahan tambah *superplasticizer* dan menentukan kuat tekan maksimumnya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan perlakuan berupa serbuk kayu 1,5 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12 % dan 15 % dengan umur perawatan 28 hari. Benda uji terdiri dari 24 silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perencanaan adukan beton menggunakan metode SNI 7656-2012 dengan mutu beton yang direncanakan sebesar 20 MPa.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton normal sebesar 18,26 MPa. Kuat tekan maksimum terjadi pada variasi beton normal yang ditambahkan *superplasticizer* 1% yang mengalami kenaikan sebesar 24,48 % terhadap nilai kuat tekan beton normal dengan nilai kuat tekan sebesar 22,73 MPa. Kemudian beton dengan variasi serbuk kayu 1,5 %, 3 %, 6 %, dan 9 % berturut-turut meningkatkan nilai kuat tekan yaitu 21,05 MPa, 19,39 MPa, 18,79 MPa, dan 18,67 MPa. Sedangkan pada beton dengan variasi serbuk kayu 12 % dan 15 % mengalami penurunan nilai kuat tekan yaitu 16,35 MPa dan 15,35 MPa.

**Kata Kunci:** Beton, Kuat Tekan, Serbuk Kayu, *Superplasticizer*.

### ABSTRACT

*Along with the development of science and technology, much research has been carried out to improve the properties of concrete, especially in terms of its strength to withstand loads and ease of work. Concrete is generally composed of four main constituent ingredients, namely cement, sand, aggregate and water. Efforts to streamline costs without reducing quality and compressive strength include using sawdust and additional materials.*

*The aim of this research is to determine the effect of wood dust substitution on the volume of fine aggregate with added superplasticizer and determine the maximum compressive strength. This research used an experimental method with treatment in the form of 1.5%, 3%, 6%, 9%, 12% and 15% wood powder with a treatment age of 28 days. The test object consists of 24 cylinders with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. Concrete mix planning uses the SNI 7656-2012 method with a planned concrete quality of 20 MPa.*

The test results show that the normal compressive strength of concrete is 18.26 MPa. The maximum compressive strength occurred in the normal concrete variation which added 1% superplasticizer which experienced an increase of 24.48% compared to the compressive strength value of normal concrete with a compressive strength value of 22.73 MPa. Then concrete with wood powder variations of 1.5%, 3%, 6%, and 9% respectively increases the compressive strength value, namely 21.05 MPa, 19.39 MPa, 18.79 MPa, and 18.67 MPa. Meanwhile, concrete with wood powder variations of 12% and 15% experienced a decrease in compressive strength values, namely 16.35 MPa and 15.35 MPa.

**Keywords:** Concrete, Compressive Strength, Wood Powder, Superplasticizer

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan material utama untuk konstruksi yang banyak digunakan diseluruh dunia. Banyak penelitian telah dilakukan tentang teknologi beton untuk memenuhi kebutuhan dalam pembangunan infrastruktur dimulai dari jalan, gedung, jembatan dan lain sebagainya. Pengembangan kawasan-kawasan hunian lebih lanjut akan memacu meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Bahan-bahan tersebut harus disediakan dalam jumlah besar dari alam maupun buatan. Dalam menyediakan bahan- bahan tersebut akan menghasilkan limbah dan hal ini merupakan penyebab utama kerusakan lingkungan. Dalam rangka mengurangi dampak kerusakan lingkungan para peneliti berusaha mencari solusi untuk menangani pencemaran lingkungan.

Serbuk kayu ulin (*sawdust*) yang digunakan merupakan limbah yang diperoleh dari hasil penggergajian pabrik pengolahan kayu yang menggunakan mesin. Di setiap depot kusen atau pabrik pengolahan kayu yang berada pada kota Samarinda sering dijumpai sisa penggergajian yaitu limbah serbuk kayu khususnya pada CV. Wana Karya di Jl. Rapak Indah 3 Kecamatan Sungai Kunjang. Limbah serbuk gergaji kayu ulin menimbulkan masalah dalam penanganannya, yaitu dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan di sekitar area tersebut.

Serbuk kayu ulin relatif murah dan mudah mendapatkannya. Serbuk kayu ulin pada umumnya hanya digunakan sebagai bahan bakar yang dapat digantikan sebagai minyak tanah, media tumbuh untuk tanaman hias atau dibuang begitu saja di alam terbuka. Oleh karena itu, pada penelitian ini pemanfaatan limbah serbuk kayu dapat diformulasikan dengan bahan tambah *superplasticizer* yang diharapkan dapat menambah kekuatan beton.

### 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh substitusi serbuk kayu dengan bahan tambah *superplasticizer* terhadap kuat tekan.
2. Berapa kuat tekan maksimum pengaruh bahan tambah *superplasticizer* dan substitusi serbuk kayu dalam variasi 0%, 1,5%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% terhadap volume agregat halus.

### 1.3. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah tersebut, diketahui tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh substitusi serbuk kayu dengan bahan tambah *superplasticizer* terhadap kuat tekan.
2. Untuk mengetahui kuat tekan maksimum pengaruh bahan tambah *superplasticizer* dan substitusi serbuk kayu dalam variasi 0%, 1,5%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% terhadap volume agregat halus.

### 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan limbah serbuk kayu dan bahan tambah *superplasticizer*.
2. Variasi penggunaan bahan tambah *superplasticizer* dan serbuk kayu pengganti sebagian agregat halus adalah 0%, 1,5%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%.
3. Pengujian abrasi tidak dilakukan pada serbuk kayu pengganti agregat halus.
4. Pengujian kadar lumpur tidak dilakukan pada serbuk kayu pengganti agregat halus.
5. Pengujian kadar air tidak dilakukan pada serbuk kayu pengganti agregat halus.
6. Hanya dilakukan Uji Tekan.
7. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
8. Kuat tekan yang direncanakan adalah  $f'c$  20 Mpa.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Beton

Beton merupakan campuran antara pasir, kerikil, semen dan air yang digabungkan menjadi satu kesatuan atau disebut juga dengan *Concrete* (SNI 03-2834-2000). Beton merupakan material komposit yang rumit. Pembuatan beton sangat mudah bahkan oleh mereka yang tidak terlalu mengerti mengenai beton, tetapi banyak yang salah mengartikan sehingga produk yang dibuat memiliki reputasi beton yang jelek sebagai material bangunan.

### 2.2. Semen

Semen merupakan bahan campuran kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan pada volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan, tetapi agregat tidak memiliki peranan penting dalam reaksi kimia tersebut. Arti kata semen adalah bahan yang bersifat adhesif maupun kohesif, yaitu bahan pengikat. Berdasarkan Standar Industri Indonesia, SII 0013-1981, semen Portland adalah semen hidraulis yang dapat dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan, yaitu gypsum.

### 2.3. Agregat

Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran yaitu, agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar mempunyai ukuran butirannya lebih besar dari 4,80 mm (*British Standard*) atau 4,75 mm (standar ASTM) dan agregat halus mempunyai ukuran lebih kecil dari 4,80 mm atau 4,75 mm. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi berkisar 60 %-70 % dari berat campuran.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Agregat yang digunakan biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Biasanya ukuran yang lebih dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan jalan, bendungan atau tanggul penahan tanah. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, batu pecah, dan lainnya.

### 2.4. Syarat Air Campuran

Air digunakan untuk proses reaksi kimia, dengan semen yang menghasilkan pasta semen. Air juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air juga menyebabkan hidrasi pada semen dalam campuran beton. Air yang terlalu sedikit menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata,

sedangkan air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan pada beton.

Penggunaan air pada campuran beton harus bersih, tidak mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya menggunakan air tawar yang dapat diminum, dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89).

### 2.5. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan kimia selain komposisi utama penyusun beton (air, semen, agregat kasar dan agregat halus) yang dapat ditambahkan pada campuran beton. Penambahan bahan kimia dapat dicampur sebelum, sesudah atau selama pencampuran beton dengan tujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton ketika masih dalam keadaan beton segar atau setelah mengering. Bahan tambah memiliki fungsi antara lain yaitu menambah kelecakan (*workability*) beton segar, mempercepat pengerasan, meningkatkan daktilitas, menambah kuat tekan beton, mengurangi terjadinya retak-retak dan sebagainya. Bahan tambah diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit dan sesuai dengan kadar yang disarankan pada aturan. Penambahan bahan tambah tidak boleh berlebihan karena akan memperburuk sifat beton.

### 2.6. Serbuk Kayu Ulin

Nama lain dari pohon ulin adalah pohon kayu besi dan sebenarnya pohon ulin (*eusideroxylon zwageri*) adalah salah satu pohon yang terkenal dari hutan Kalimantan Timur dengan ciri kayu yang keras dan kuat, warna gelap, dan tahan terhadap air laut. Keunggulan kayu ulin tahan akan serangan rayap dan serangga penggerek batang, tahan akan perubahan kelembaban dan suhu serta tahan pula terhadap air laut. Karena ketahanannya tersebut maka wajar jika dikatakan kayu ulin, kayu sepanjang masa dan kayu primadona. Kayu ini sangat sukar dipaku dan digergaji tetapi mudah dibelah. Pemanfaatan kayu Ulin sudah dilakukan oleh suku Dayak di pulau Kalimantan sejak lama, sehingga banyak nilai budaya dari kayu Ulin tersebut. Banyaknya keberagaman pemanfaatan kayu ulin seperti di uraikan terdahulu menunjukkan bahwa masyarakat suku Dayak sangat membutuhkan jenis kayu Ulin tersebut dikarenakan kelasnya yang kuat.

Limbah serbuk kayu adalah serbuk kayu yang berasal dari kayu yang dipotong dengan gergaji. Serbuk yang akan digunakan memerlukan pengolahan yang disebut proses mineralisasi. Proses ini digunakan untuk mengurangi zat ekstraktifnya seperti gula, tanin dan asam-asam organik dari tumbuh-tumbuhan agar daya lekatan dan pengerasan semen tidak terganggu. Zat gula pada beton dapat berfungsi sebagai retarder

sehingga memperlambat proses hidrasi. Zat tanin yang berbentuk humus dan lumpur organik pada beton dapat menurunkan mutu beton. Asam-asam organik dapat merusak beton dan baja tulangan sehingga menyebabkan turunnya kekuatan beton.

### 2.7. Superplasticizer

Penggunaan *superplasticizer* dapat mengurangi jumlah pemakaian air untuk mendapatkan *workability* yang baik dan mempengaruhi *slump*, *air content* dan kekuatan beton. Jenis *superplasticizer* berdasarkan bahan dasarnya antara lain yaitu *nephthaline*, *melamine*, *polycarboxylate*. Secara umum penggunaan *superplasticizer* dari jenis *neptaline* akan menghasilkan penurunan kandungan udara dan menaikkan *bleeding* dan kekuatan, hal tersebut dapat tercapai jika air dalam campuran beton dikurangi. Sedangkan jenis *melamine* sangat sedikit pengaruhnya terhadap kandungan udara, kekuatan beton, dan menghasilkan pengurangan *bleeding*.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan November 2023. Tempat penelitian dan pengujian kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.

Pada tahapan ini identifikasi data yang dilakukan yaitu:

1. Persiapan material yang antara lain:
  - a. Agregat Kasar Batu Palu
  - b. Agregat Halus Pasir Mahakam
  - c. Semen Tonasa
  - d. Air.
  - e. Serbuk Kayu
  - f. *Superplasticizer*
2. Pelaksanaan Laboratorium:
  - a. Pemeriksaan Kadar Air Agregat
  - b. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat
  - c. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan SSD Agregat.
  - d. Analisa Saringan Agregat.
  - e. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar.
  - f. Perencanaan campuran adukan beton normal dengan metode *mix design* menggunakan SNI 7656-2012.
3. Pembuatan Benda Uji
  - a. Sampel beton normal dengan variasi 0% serbuk kayu dengan umur perawatan 28 hari = 3 sampel.
  - b. Sampel beton normal dengan variasi 0% serbuk kayu dan 1% *superplasticizer* dengan umur perawatan 28 hari = 3 sampel.
  - c. Sampel beton dengan substitusi serbuk kayu 1,5%, 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% dengan umur perawatan 28 hari = 18 sampel.
  - d. Total sampel = 24 sampel.
4. Uji Kuat Tekan

5. Analisis Hasil
6. Kesimpulan

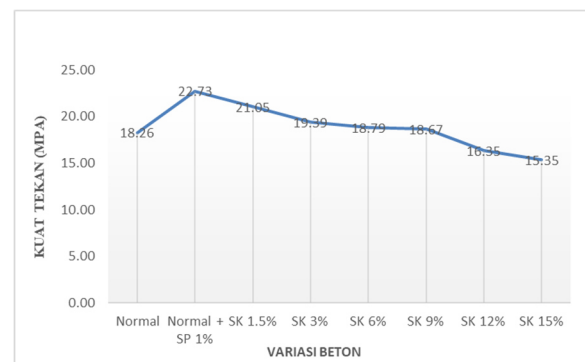
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Nilai *Slump* Terhadap Substitusi Serbuk Kayu Dengan Bahan Tambah *Superplasticizer*

Sampel Beton	Nilai <i>Slump</i> (mm)
Beton Normal	80
Beton Normal + SP 1%	80
SK 1,5% + SP 1%	85
SK 3% + SP 1%	85
SK 6% + SP 1%	80
SK 9% + SP 1%	80
SK 12% + SP 1%	95
SK 15% + SP 1%	85

Nilai *slump* ditentukan sesuai dengan kondisi pekerjaan di lapangan untuk memperoleh campuran beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan sesuai dengan kondisi pekerjaan lapangan. Pengujian *slump* dilakukan setelah campuran beton tercampur sempurna dan sebelum dituangkan ke cetakan. Dalam penelitian ini, nilai *slump* diukur setiap 3 sampel dari 24 sampel uji, sehingga terdapat 8 pengujian *slump*. Nilai *slump* dapat dilihat pada tabel diatas.

### 4.2. Kuat Tekan Beton Terhadap Substitusi Serbuk Kayu Dengan Bahan Tambah *Superplasticizer*



Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa pengaruh penambahan *superplasticizer* 1% pada beton normal meningkatkan kuat tekan sebesar 24,48%, substitusi serbuk kayu 1,5% meningkatkan kuat tekan sebesar 15,28%, serbuk kayu 3% sebesar 6,19%, serbuk kayu 6% sebesar 2,90%, serbuk kayu 9% sebesar 2,25% dan pada substitusi serbuk kayu berikutnya cenderung mengalami penurunan. Pada beton variasi SK 12% menurun sebesar 10,46% dan beton variasi SK 15% sebesar 15,94%.

Berdasarkan hasil percobaan di Laboratorium menunjukkan bahwa pada beton dengan substitusi serbuk kayu yang tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 20 MPa disebabkan oleh penggunaan material yang tidak memenuhi syarat. Pada gradasi agregat halus pasir Mahakam melewati gradasi batas atas dan

pada kandungan kadar lumpur agregat halus pasir Mahakam sebesar 5,11 % yang melebihi batas maksimum sebesar 5%.

Kuat tekan maksimum terjadi pada variasi beton normal yang ditambahkan *superplasticizer* 1% yang mengalami kenaikan sebesar 24,48 % terhadap nilai kuat tekan rata-rata beton normal dengan nilai kuat tekan sebesar 22,73 MPa. Kemudian beton dengan variasi serbuk kayu 1,5 %, 3 %, 6 %, dan 9 % berturut-turut meningkatkan nilai kuat tekan yaitu 21,05 MPa, 19,39 MPa, 18,79 MPa, dan 18,67 MPa. Sedangkan pada beton dengan variasi serbuk kayu 12 % dan 15 % mengalami penurunan nilai kuat tekan yaitu 16,35 MPa dan 15,35 MPa. Penggunaan serbuk kayu pada campuran beton sebagai substitusi agregat halus dapat menyebabkan kuat tekan beton semakin menurun karena dengan bertambahnya persentase serbuk kayu yang digunakan maka semakin tinggi daya serap air pada beton.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah didapatkan, maka didapatkan kesimpulannya sebagai berikut:

1. Hasil kuat tekan beton normal yang dihasilkan tanpa penambahan *superplasticizer* maupun serbuk kayu sebesar 18,26 MPa sedangkan pada beton normal dengan penambahan *superplasticizer* 1 % meningkatkan kuat tekan rata-rata menjadi 22,73 MPa. Pengaruh substitusi serbuk kayu dengan bahan tambah *superplasticizer* terhadap kuat tekan juga mampu menaikkan nilai kuat tekan beton pada variasi substitusi serbuk kayu 1,5 %, 3 %, 6 % dan 9 % terhadap beton normal sebesar 21,05 MPa, 19,39 MPa, 18,79 MPa dan 18,67 MPa, namun mengalami penurunan kuat tekan pada variasi substitusi serbuk kayu 12 % dan 15 % sebesar 16,35 MPa dan 15,35 MPa.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan maksimum yang dihasilkan dari beton dengan variasi serbuk kayu 0 %, 1,5 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12 %, dan 15 % yaitu sebesar 22,73 MPa pada variasi beton normal + *superplasticizer* 1%.

### 5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dan analisis yang telah diperoleh diharapkan dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

1. Pada penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan variasi persentase penambahan serbuk kayu yang lebih besar dan bervariasi.
2. Pada penelitian berikutnya disarankan menggunakan agregat halus Palu.

3. Pada penelitian berikutnya disarankan untuk memperhatikan lebih teliti pada pengurangan air akibat bahan tambah.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. American Standard Testing and Materials C.150, 1985, *Standard Specification for Portland Cement*, Annual Books of ASTM Standard, Philadelphia, USA.
2. American Standard Testing and Materials C.494, 1995, *Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*, United States.
3. American Standard Testing and Materials, 1982, *Standard Specification for Concrete Aggregates*, ASTM C33, United States.
4. Antoni, dan Paul Nugraha. 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
5. Argo Irlando, Helmy Akbar Bale, 2018, *Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji pada Campuran Beton dengan Superplasticizer*, Prosiding Kolokium, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
6. Badan Standar Nasional Indonesia, 1991, *Tata Cara Rencana Pembuat Campuran Beton Normal* (SNI T-15-1990-03), Bandung.
7. Badan Standar Nasional Indonesia. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton*. SNI 03-2847-2002. Jakarta.
8. Departemen Pekerjaan Umum. Badan Penelitian dan Pengembangan PU. (1989), *Pedoman Beton 1989*. SKBI.1.4.53.1989. Draft Konsensus. Jakarta : DPU
9. Hasanah, E.R., Gunawan, A., & Afrizal Y., 2019, *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Pinang dan Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tarik Belah Beton (Kajian Terhadap Ukuran Agregat Maksimal 10 mm)*. Jurnal Teknik Sipil, 9(1), 15–22. Inersia.
10. Loryanti Elsandi Paranggai, Junus Mara, Lisa Febriani, 2022, *Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Beton*, Jurnal Teknik Sipil, Vol.IV Issue.
11. Muhammad Ikhsan Saifuddin, Bambang Edison, S.Pd, MT, Khairul Fahmi, S.Pd, MT, *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton*, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Pasir Pengairan.
12. Mulyono, Tri., 2005, *Teknologi Beton*, Andi offist, Yogyakarta.
13. Putri Nurul Aini, Roestaman, Eko Walujodjati, 2021, *Pengaruh Penggunaan Serbuk Kayu Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus dalam Campuran Beton dengan Bahan Tambah Superplasticizer*, Jurnal Konstruksi, Vol. 19, No. 1, hal. 169-178, Sekolah Tinggi Teknologi, Garut.
14. Standard Nasional Indonesia 1974. 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

15. Standard Nasional Indonesia 2493. 2011. *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
16. Standard Nasional Indonesia 7656. 2012. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
17. Tjokrodinuljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
18. Usmanul Hayadi Umar, 2019, *Analisis Kuat Tekan Beton dengan Serbuk Kayu Jati*, Jurnal Teknik Sipil, Vol. I, No. 1.