



Pengaruh Penggunaan Serbuk Kayu Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Dalam Campuran Beton dengan Bahan Tambah *Superplasticizer*

Putri Nurul Aini¹, Roestaman², Eko Walujodjati³

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1611028@itg.ac.id

²roestaman@itg.ac.id

³eko.walujodjati@itg.ac.id

Abstrak – Beton merupakan material yang banyak digunakan dalam proyek konstruksi. Banyak peneliti konstruksi beton yang terus mengembangkannya dengan tujuan menghasilkan teknologi konstruksi yang sesuai, mudah dioperasikan, hemat biaya dan waktu. Dalam hal ini, untuk menyederhanakan biaya, salah satu metode alternatif yang dapat digunakan adalah dengan memberikan penambahan material dalam kadar tertentu yang akan mempengaruhi kekuatan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari bahan alternatif yang dapat digunakan dalam campuran beton untuk menggantikan agregat halus yang lebih efektif dalam pembiayaan, tetapi tidak akan berpengaruh buruk terhadap kuat tekan beton dan sifat mekanik beton. Campuran komposisi beton yang digunakan merupakan campuran 1%, 1,5%, 2% dan 2,5% serbuk kayu dan superplasticizer. Benda uji berupa silinder dengan 15 sampel (ukuran tinggi 30cm x 15cm) dengan mutu beton direncanakan menggunakan $f_c'20$ selama 28 hari. Dapat dilihat dari hasil pengujian beton nilai kuat tekan pada campuran normal adalah 10,67 Mpa beton dengan campuran serbuk kayu 1% adalah 9,51 Mpa, beton dengan serbuk kayu 1,5% adalah 9,15 Mpa dan beton dengan campuran serbuk kayu 2% dan 2,5% adalah 8,79 Mpa dan 8,44 Mpa. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa mengganti agregat halus dengan serbuk kayu dapat menghasilkan beton dengan bobot isi ringan.

Kata Kunci – Kuat Tekan Beton; Serbuk Kayu; *Superplasticizer*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bahan substitusi yaitu serbuk kayu dan superplasticizer. *Superplasticizer* memiliki pengaruh untuk mempertahankan faktor air semen yang akan direncanakan, mengurangi jumlah pemakaian air, mempercepat waktu pengerasan, membuat mutu beton tinggi, beton kedap air, mengurangi penyusutan dan keretakan [1]. *Superplasticizer* secara fisik mampu membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori beton sehingga dapat meningkatkan kelacakan beton dan serbuk kayu [2]. Hal ini supaya agar serbuk kayu yang ditambahkan tersebar merata dalam adukan beton [3],[4]. Berbagai penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan serbuk kayu pada beton dapat meningkatkan kualitas serta menutupi kelemahan dari beton itu sendiri. Kelemahan beton salah satunya adalah sulit kedap air sehingga dapat dengan mudah dimasuki air, mengingat serbuk kayu memiliki sifat penyerapan air yang cukup besar sehingga faktor air dapat terserap oleh serbuk kayu [5]. Dalam penelitian ini bermaksud untuk memanfaatkan limbah serbuk kayu yang tidak terpakai, serbuk kayu tersebut sebagai pengganti agregat halus dalam campuran beton dan bahan tambah *superplasticizer* yang bermanfaat untuk mengurangi air sampai 12% atau bahkan lebih [6]. Diharapkan dengan mengganti agregat halus dengan serbuk kayu dapat mengefisienkan biaya tanpa mengurangi mutu kuat tekan beton [7].

B. Rumus Masalah

Rumusan permasalahan yang akan diteliti dari penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Apakah mengganti sebagian agregat halus dalam campuran beton dengan serbuk kayu dapat menghasilkan beton $f_c'20$;
- 2) Bagaimana pengaruh penggunaan *superplasticizer* dalam campuran pada beton terhadap parameter sifat beton;
- 3) Berapa kuat tekan maksimum yang didapat dari beton dengan penggunaan serbuk kayu dalam variasi 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dengan penambahan *superplasticizer*.

C. Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan yang dilakukan ini yaitu:

- 1) Untuk mengetahui apakah dengan menggunakan bahan substitusi serbuk kayu dalam campuran dapat mempengaruhi kuat tekan;
- 2) Untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan *superplasticizer* dalam campuran beton terhadap parameter sifat beton;
- 3) Untuk mengetahui berapakah besar kuat tekan beton dengan penggunaan bahan tambah *superplasticizer* dan substitusi serbuk kayu dalam variasi 1%, 1,5%, 2%, 2,5%.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Pengertian Beton

Beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan. Dengan perpanjangan umur pakai, beton akan mengeras / mengeras dan mencapai kekuatan desain (f_c) dalam waktu 28 hari [8] .

B. Bahan Pembentuk Beton

- 1) Agregat
Agregat biasanya terbentuk dari kerak yang keras dan padat. ASTM mengartikan agregat sebagai zat yang tersusun dari mineral padat yang berupa potongan atau fragmen besar.
- 2) Semen
Semen merupakan serbuk yang sangat halus yang digunakan sebagai perekat campuran agregat kasar (batuan) dan agregat halus (pasir).
- 3) Air
Air merupakan bahan yang digunakan dalam campuran agregat kasar, agregat halus dan semen sebagai pengikat satu sama lain
- 4) Bahan Tambah
Aditif adalah bahan selain komponen utama dari campuran beton, seperti air, semen, dan kerikil yang ditambahkan ke dalam campuran beton. Bahan tambahan ada dua jenis, yaitu bahan tambahan kimiawi (campuran) dan bahan tambahan mineral (bahan tambahan).

C. Kuat Tekan

Nilai kuat tekan beton dapat diketahui dengan melakukan pengujian pasca umur 28 hari yang dibebani dengan gaya tekan sampai mencapai beban maksimum. Kuat tekan dapat dihitung dengan rumus :

$F_c' = P/A$, dimana :

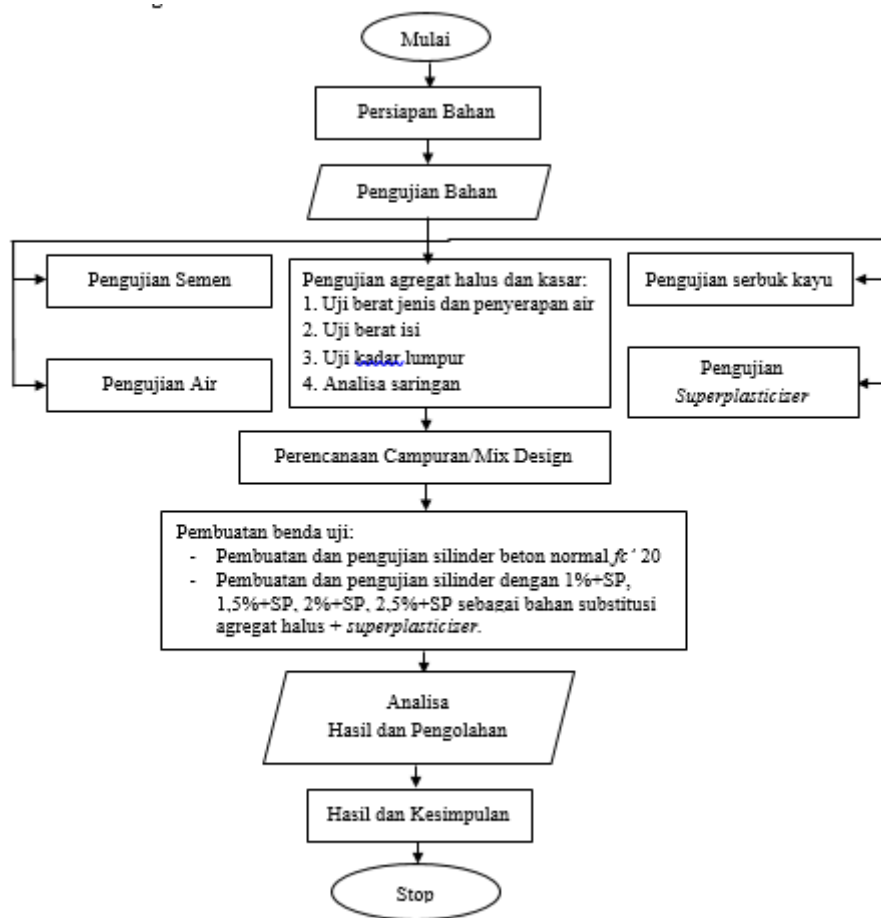
P = gaya maksimum dari mesin, (N)

A = luas penampang sampel, (mm^2)

F_c' = kuat tekan beton, (N/mm^2)

D. Metode Penelitian

1) Bagan Alir Penelitian



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian

2) Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Garut.

3) Metode Pengumpulan Data

Penelitian laboratorium yang dilakukan adalah:

- Pemeriksaan terhadap sifat-sifat dasar material pembentuk beton, yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus;
- Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase keras atau padat, yaitu: Kekuatan tekan beban benda uji beton silinder dengan dimensi 15cm x 30 cm pada umur 14 hari.

Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk menunjang kebutuhan penelitian, adapun metode pengumpulan data penelitian ini yaitu Studi *literature* untuk mendapatkan referensi dari jurnal maupun buku yang berkaitan.

Pengumpulan data sekunder didapatkan dari data - data yang diperoleh adalah:

- Data berat jenis
- Data penyerapan air
- Data berat isi
- Data Kadar lumpur
- Data analisa saringan.

4) Tahapan Penelitian

Metode yang dipakai merupakan studi eksperimental atau metode percobaan tentang pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder yang dibuat dengan bahan tambahan berupa agregat halus serbuk kayu yang

menggantikan sebagian agregat halus pada campuran utama. Secara berurutan tahapan dalam studi eksperimen ini adalah sebagai berikut :

- a. Pengujian bahan utama dan bahan substitusi campuran beton;
- b. Perencanaan *Mix Design* $f'c$ 20 Mpa (SNI 7656-2012);
- c. Pencampuran bahan untuk beton normal;
- d. Pencampuran dengan bahan substitusi agregat *ex paving block*;
- e. Pengujian *slump*;
- f. Pengujian bobot isi beton segar;
- g. Perawatan beton;
- h. Pengkapingan benda uji silinder;
- i. Pengujian benda uji.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Agregat

Berdasarkan referensi metode pengujian dan mengacu pada standar yang berlaku. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 30 cm x 15 cm, dengan ukuran maksimal 15 buah (lima belas), untuk uji kuat tekan pada umur 14 hari. Diharapkan hasil uji kuat tekan akan konsisten dengan kuat tekan beton, yaitu konsisten dengan kuat tekan yang diharapkan dari serbuk kay dan aditif superplasticizer yang diharapkan.

Tabel 1: Hasil Pengujian Agregat Halus [9]

| No | Jenis pengujian | Hasil | Spesifikasi (ASTM) | Keterangan |
|----|------------------|-------|--------------------|------------|
| 1 | Analisa saringan | 3,392 | 1,5<FM<3,8 | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis | 2,71 | 2,5 – 2,7 | Memenuhi |
| 3 | Penyerapan air | 4,6% | 5% | Memenuhi |
| 4 | Berat isi | 1477 | 1200-1750 | Memenuhi |

Tabel 2: Hasil Pengujian Agregat Kasar [9]

| No | Jenis pengujian | Hasil | Spesifikasi (ASTM) | Keterangan |
|----|------------------|------------------------|----------------------|--|
| 1 | Analisa saringan | Kategori agregat kasar | Lolos saringan 40 mm | Memenuhi |
| 2 | Berat jenis | 2,45 | 2,5 | Memenuhi |
| 3 | Penyerapan air | 3,92% | 3% | Tidak memenuhi tapi tetap digunakan dengan syarat harus dilakukan penambahan air untuk mencapai nilai slump rencana. |

B. Mix Design

Tabel 3: Rancangan Campuran Beton

| No | Uraian | Nilai |
|----|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Kuat tekan yang diisyaratkan | 16,4 MPa pada umur beton 14 hari |
| 2 | Jenis semen | Semen Portland PCC |
| 3 | Agregat Kasar | Batu Pecah |
| 4 | Agregat Halus | Pasir Alam (Ex Cilopang) |
| 5 | Agregat Halus Substitusi | Agregat Ex Paving Block |
| 6 | Slump | 75 - 100 mm |
| 7 | Ukuran agregat maksimum | 37 mm |
| 8 | Nilai berdasarkan modulus kehalusan | 0,69 |
| 9 | Rasio air semen | 0,649 |
| 10 | Bobot isi padat agregat kasar | 1481 kg/cm ³ |
| 11 | Susunan butir agregat halus | Daerah Gradasi Zona I |
| 12 | Perkiraan awal berat beton | 2410 kg/m ³ |
| 13 | Perkiraan Air Pencampur | 181 kg |
| 14 | Kadar Semen | 278,89 kg/m ³ |
| 15 | Kadar agregat kasar | 1021,89 kg |
| 16 | Kadar agregat halus | 928,22 kg |

Masing-masing sebanyak 3 sampel hingga total keseluruhan sampel yang dibuat berjumlah 15 sampel. Sehingga komposisi kebutuhan material yang digunakan adalah sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 4, 5 dan 6.

Tabel 4: Komposisi Campuran 1 m³ Beton Normal

| Material | Berdasarkan Volume Absolut Bahan-Bahan (Kg) |
|------------------------|---|
| Air | 181 |
| Semen | 279.31 |
| Agregat kasar (kering) | 1021.89 |
| Agregat halus (kering) | 802.160 |

Tabel 5: Komposisi Campuran 1 m³ Beton Dengan Bahan Substitusi Serbuk Kayu

| Jenis Campuran | Agregat Halus | Serbuk Kayu | Agregat Kasar | Semen | Air |
|----------------|---------------|-------------|---------------|--------|---------|
| BN | 826.22 | 0.00 | 1032.11 | 279.31 | 224.357 |
| B1 | 817.96 | 10.91 | 1014.95 | 279.31 | 223.613 |
| B2 | 813.83 | 16.36 | 1006.50 | 279.31 | 223.244 |
| B3 | 809.70 | 21.82 | 998.04 | 279.31 | 222.876 |
| B4 | 805.57 | 27.27 | 989.59 | 279.31 | 222.507 |

Tabel 6: Komposisi Campuran Beton Untuk 3 Benda Uji

| Jenis Campuran | Agregat Halus | Serbuk Kayu | Agregat Kasar | Semen | Air |
|----------------|---------------|-------------|---------------|-------|-------|
| BN | 13.15 | 0.00 | 16.42 | 4.44 | 3.570 |
| B1 | 13.01 | 0.17 | 16.15 | 4.44 | 3.558 |
| B2 | 12.95 | 0.26 | 16.01 | 4.44 | 3.552 |
| B3 | 12.88 | 0.35 | 15.88 | 4.44 | 3.546 |

| Jenis Campuran | Agregat Halus | Serbuk Kayu | Agregat Kasar | Semen | Air |
|----------------|---------------|-------------|---------------|-------|-------|
| B4 | 12.82 | 0.43 | 15.75 | 4.44 | 3.540 |

C. Uji Slump

Pengujian ini mengacu pada SNI 03-1972-2008 tentang metode uji nilai slump beton. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat kelacakan beton dan kemudahan pengerjaan adukkan beton [10].

Tabel 7: Hasil Pengujian *Slump*

| Campuran | Nilai Slump | Penambahan <i>Superplasticizer</i> | Penambahan air (gram) |
|----------|-------------|------------------------------------|-----------------------|
| BN | 78 | - | 830 |
| B1 | 75 | 35 | 830 |
| B2 | 80 | 55 | 830 |
| B3 | 75 | 60 | 830 |
| B4 | 77 | 75 | 830 |

Untuk penambahan air digunakan sebesar 830 gram dan untuk campuran 1, 2, 3, 4 menggunakan penambahan dengan jumlah air yang sama pada campuran dasar dan penambahan *admixture* ditambahkan sampai nilai *slump* terpenuhi. Dari tabel diatas menunjukkan nilai *slump* yang berbeda pada tiap campuran hal ini karena penambahan *admixture* dilakukan seadikit demi sedikit (mulai dengan dosis minimum) sampai *slump* tercapai. Nilai *slump* dari hasil pengujian tersebut masuk kedalam perencanaan yaitu 75 – 100 mm.

D. Pengujian Berat Isi Beton Segar

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh data berat beton persatuan isi. Dibawah ini merupakan hasil pengujian berat isi beton segar untuk setiap campuran.

Tabel 8: Hasil Pengujian Berat Isi Beton

| No | Mc (Kg) | Mm (Kg) | Vn (m ³) | D (Kg/m ³) (Mc-Mm) / Vn | Rata-rata (Kg/m ³) |
|----|---------|---------|----------------------|--|-----------------------------------|
| B1 | 1 | 22.56 | 11.14 | 0.0053 | 2153.34 |
| | 2 | 22.44 | 10.9 | 0.0053 | 2175.96 |
| | 3 | 22.92 | 11.44 | 0.0053 | 2164.65 |
| B2 | 4 | 21.88 | 10.54 | 0.0053 | 2138.25 |
| | 5 | 22.58 | 11.1 | 0.0053 | 2164.65 |
| | 6 | 22.88 | 11.4 | 0.0053 | 2164.65 |
| B3 | 7 | 22.1 | 10.72 | 0.0053 | 2145.79 |
| | 8 | 22.09 | 10.62 | 0.0053 | 2162.76 |
| | 9 | 22.8 | 11.28 | 0.0053 | 2172.19 |
| B4 | 10 | 22.48 | 11.12 | 0.0053 | 2142.02 |
| | 11 | 22.52 | 11.18 | 0.0053 | 2138.25 |
| | 12 | 22.48 | 10.95 | 0.0053 | 2174.08 |

Keterangan:

D = Berat isi beton (Kg/m³)

M_c = Berat silinder yang diisi beton (Kg)

M_m = Berat silinder (Kg)

V_n = Volume silinder (Kg)

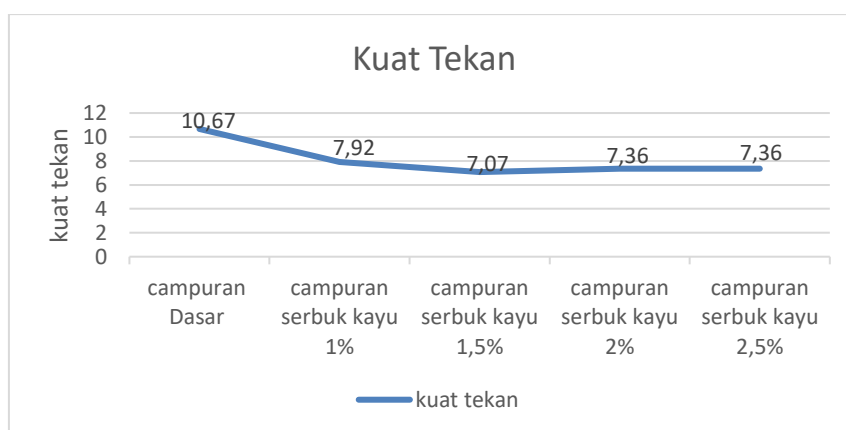
E. Hasil Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan ini bertujuan untuk mengetahui besarnya mutu beton dalam menerima beban tekan secara vertikal [11]. Proses tersebut dilakukan pada hari ke 14. Alat yang digunakan yaitu mesin dengan kapasitas beban 2000 KN. Pengujian ini mengacu pada SNI-03-1974-2011 tentang pengujian kuat tekan dengan benda uji silinder.

Tabel 9: Hasil Uji Kuat Tekan Dengan Perkuatan

| No | Sampel | P (Kn) | A (Mm ²) | Kuat Tekan (P/A) (Mpa) | Kuat Tekan (Rata-Rata) (Mpa) |
|----|-----------------------------------|--------|----------------------|------------------------|------------------------------|
| 1 | BN (campuran normal) | 210 | 17671.5 | 11.88 | 11.03 |
| | | 155 | 17671.5 | 8.77 | |
| | | 220 | 17671.5 | 12.45 | |
| 2 | B1 (campuran serbuk kayu 1%) | 140 | 17671.5 | 7.92 | 7.26 |
| | | 140 | 17671.5 | 7.92 | |
| | | 105 | 17671.5 | 5.94 | |
| 3 | B2 (campuran serbuk kayu 1,5%) | 125 | 17671.5 | 7.07 | 7.36 |
| | | 120 | 17671.5 | 6.79 | |
| | | 145 | 17671.5 | 8.21 | |
| 4 | B3 (campuran serbuk kayu 2%) | 120 | 17671.5 | 6.79 | 7.36 |
| | | 140 | 17671.5 | 7.92 | |
| | | 130 | 17671.5 | 7.36 | |
| 5 | B4 (campuran serbuk kayu 2,5%) | 125 | 17671.5 | 7.07 | 7.36 |
| | | 130 | 17671.5 | 7.36 | |
| | | 135 | 17671.5 | 7.64 | |

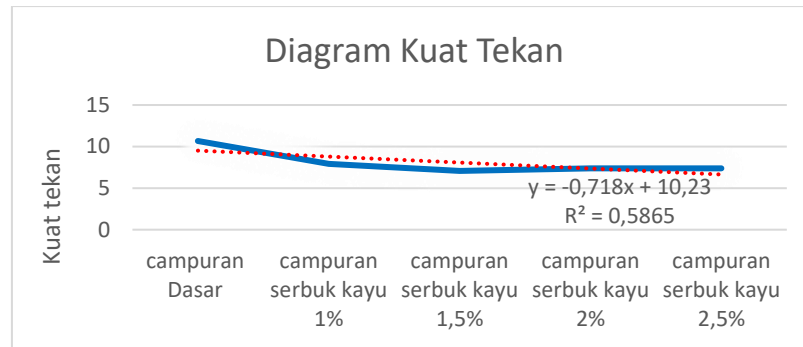
Kemudian dari data tabel diatas dimuat kedalam bentuk grafik untuk menunjukkan hasil kenaikan atau penurunan yang didapat.



Gambar 2: Grafik Kuat Tekan Beton

Dapat dilihat pada grafik diatas kekuatan beton menggunakan serbuk kayu menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata beton. Dimana nilai kuat tekan beton dengan campuran serbuk kayu 2%, dan 2,5% hasil kuat tekannya sama yaitu 7,36 Mpa. Sementara itu untuk hasil kuat tekan pada beton dengan campuran serbuk kayu 1% adalah 7,92 MPa, dan untuk beton dengan persentase campuran serbuk kayu 1,5% nilai kuat tekannya adalah 7,07 Mpa. Dengan hasil data yang ditunjukkan oleh Gambar 2, kondisi nilai kuat tekannya naik turun tentunya harus dibuat grafik *trendline* untuk dianalisis supaya dapat mengetahui pengaruh dari campuran

serbuk kayu sebagai pengganti sebagian dari agregat halus normal itu apakah terjadi kenaikan atau penurunan. Adapun diagram kuat tekan disajikan dalam bentuk gambar, sebagaimana tampak pada Gambar 3.



Gambar 3: Grafik *Trendline* Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan gabungan menggunakan *trendline* dapat disimpulkan campuran dasar normal dan campuran serbuk kayu mengalami penurunan, hal ini terjadi karena perbedaan komposisi pada bahan tambah serbuk kayu dan *superplasticizer*. Pada bahan tambah *superplasticizer* sangat membantu memengaruhi kuat tekan beton pada campuran serbuk kayu yang bertambah banyak. Sehingga membuat campuran serbuk kayu yang bertambah tidak mengalami penurunan yang sangat jauh. Pada *trendline* tersebut didapatkan persamaan $y = -0,718x + 10,23$ dengan nilai error $R^2 = 0,5865$.

Berdasarkan persamaan tersebut dapat diperoleh koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi (R^2) digunakan sebagai informasi tentang kesesuaian model. Rentang nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0-1, dan semakin mendekati nilai 1, semakin baik atau akurat analisisnya [12]. Berdasarkan hasil analisis penelitian di oleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,5865. Nilainya masih memenuhi dan masih dalam batas minimal. Namun nilai tersebut menunjukkan bahwa keakuratan hasil penelitian mendekati batas maksimum. Faktor yang dapat mempengaruhi kemungkinan hasil pengujian bahan utama atau bahan alternatif yang tidak memuaskan, dan pembuatan benda uji yang tidak memadai dan tidak akurat. Dan berikut adalah hasil uraian persamaan *trendline*:

$$\begin{aligned}
 \text{Campuran dasar} &= -0,718x + 10,23 \\
 &= -0,718(0) + 10,23 \\
 &= 10,23 \text{ Mpa} \\
 \text{Serbuk kayu 1\%} &= -0,718x + 10,23 \\
 &= -0,718(1) + 10,23 \\
 &= 9,51 \text{ Mpa} \\
 \text{Serbuk kayu 1,5\%} &= -0,718x + 10,23 \\
 &= -0,718(1,5) + 10,23 \\
 &= 9,15 \text{ Mpa} \\
 \text{Serbuk kayu 2\%} &= -0,718x + 10,23 \\
 &= -0,718(2) + 10,23 \\
 &= 8,79 \text{ Mpa} \\
 \text{Serbuk kayu 2,5\%} &= -0,718x + 10,23 \\
 &= -0,718(2,5) + 10,23 \\
 &= 8,44 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dari data di atas menjelaskan bahwa kuat tekan beton menggunakan serbuk kayu mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase campuran serbuk kayu. Pada beton normal nilai kuat tekannya sebesar 10,23 Mpa dan setelah diberikan campuran serbuk kayu yang persentase sebanyak 1%, 1,5%, 2%, 2,5% nilai kuat tekan betonnya menurun. Pada persentase 1% menurun sebanyak 7,04% dengan nilai kuat tekan 9,51 Mpa, sedangkan pada persentase 1,5% menurun sebanyak 10,56% dengan nilai kuat tekan 9,15 Mpa, serta pada persentase 2% dan 2,5% menurun sebanyak 14,08%, dan 17,50% dengan nilai kuat tekan 8,79 dan 8,44 Mpa.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mutu bahan yang dipakai dalam penelitian ini memenuhi syarat yang berlaku;
- 2) Hasil kuat tekan beton normal pada umur 14 hari mengidentifikasi target kuat tekan 10,67 Mpa pada umur 28 hari tidak tercapai yang disebabkan faktor kesalahan dalam pembuatan sampel benda uji;
- 3) Penambahan serbuk kayu yang memiliki nilai daya serap air yang tinggi akan mengurangi nilai slump, oleh karena itu bahan yang ditambahkan dapat digunakan *plasticizer* atau *superplasticizer*, sehingga *workability* campuran dapat terjaga;
- 4) Berat isi beton segar dengan penambahan serbuk kayu nilainya lebih kecil dibandingkan dengan berat isi beton normal;
- 5) Pada faktor air-semen yang sama, kuat tekan beton dengan penambahan serbuk kayu lebih kecil dari pada kekuatan beton normal;
- 6) Menurut hasil analisis *trendline* menunjukkan adanya penurunan kuat tekan beton dengan tambahan substitusi agregat halus menggunakan serbuk kayu;
 - a. Penurunan 7,04% untuk variasi campuran 1%;
 - b. Penurunan 1,5% untuk variasi campuran 1,5%;
 - c. Penurunan 14,08% untuk variasi campuran 2%;
 - d. Penurunan 17,50% untuk variasi campuran 2,5%.

B. Saran

Adapun berupa saran dari peneliti yaitu sebagai berikut:

1. Data hasil pengujian agregat, semen dan sebagainya seharusnya diperhitungkan secara teliti jangan diambil berdasarkan sumber yang ada;
2. Pada saat pengecoran terhadap cetakan harus dilakukan secara benar agar beton dapat merata secara baik antara sampel 1, 2 dan 3. Karena jika campuran beton tidak merata akan berpengaruh terhadap proses uji kuat tekan dan akan membuat beton mudah hancur dengan cepat pada bagian yang tidak merata;
3. Penambahan serbuk kayu dalam campuran beton bisa dilakukan untuk mendapatkan beton dengan bobot isi lebih kecil tapi untuk mempertahankan kekuatannya bisa dengan cara menurunkan faktor air-semen dan penambahan *plasticizer* atau *superplasticiser* untuk pencapaian *workability*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mulyati and A. Adman, "Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal," *J. Tek. Sipil ITP*, 2019, doi: 10.21063/jts.2019.v602.01.
- [2] A. V. Sulistio, S. Wahjudi, and D. Hardjito, "PENGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS PADA MORTAR HVFA," *J. Tek. Sipil*, 2015.
- [3] D. I. Pau and J. Y. Bisararua, "Kompresif Karakteristik Beton Dengan Sekam Padi dan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Halus dan Agregat Kasar," *J. SiarTek*, 2018.
- [4] L. Retnawati, "Perancangan Enterprise Architecture Menggunakan TOGAF di Universitas ABC," *J. IPTEK*, 2018, doi: 10.31284/j.iptek.2018.v22i1.221.
- [5] M. F. Fauzi and Nursyamsi, "Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu (Sawdust) Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Campuran Beton," *J. Tek. Sipil USU*, vol. 3, no. 2, 2014.
- [6] S. Supratikno and R. Ratnanik, "Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Adukan Beton," *J. Tek. Sipil ITP*, 2019, doi: 10.21063/jts.2019.v601.04.
- [7] M. M. Ibrahim and P. Saelan, "Studi Perancangan Campuran Beton Menggunakan Abu Batu Sebagai Agregat Halus. (Hal. 108-117)," *RekaRacana J. Tek. Sipil*, 2019, doi: 10.26760/rekaracana.v5i3.108.

- [8] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 2847 : 2013 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2013.
- [9] Dinas PUPR Kabupaten Garut, “Pengujian Agregat Halus da Kasar,” Garut, 2019.
- [10] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 1972-2008 Tentang Cara Uji Slump Beton.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2008.
- [11] Badan Standarisasi Nasional, “SNI1974-2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2011.
- [12] J. Harlan, *Analisis Regresi Logistik*. Depok: Gunadarma, 2018.