

Pengaruh Penambahan Serbuk Galam Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Mutu Normal

Elia Anggarini¹, Dyah Pradhitya Hardiani¹, M.rizky Maulana Teguh¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Jl. Gubernur Sarkawi, Handil Bakti, Kalimantan Selatan., 70582

lia.teweh@gmail.com, dyah.hardiani123@gmail.com, ariiss1993@gmail.com

Abstract

Utilization of waste from cutting wood is very rarely done, one of the wastes that is rarely utilized is the remains of cutting from galam wood or galam powder. Umar (2019) conducted research on the utilization of teak sawdust waste as a mixture in concrete, resulting in the addition of sawdust 10 kg/m³, 20 kg/m³, and 30 kg/m³ in the concrete mixture increasing the compressive strength of concrete. Based on that, a research was conducted on "The Effect of Addition of Galam Powder as a Substitute for Fine Aggregates in Normal Quality Concrete Mixtures". The research method used in this study is an experimental method with a planned concrete quality of 20 MPa and the shape of the test object is a cylinder with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm. The independent variable in this study is the variation in the percentage of galam powder waste in fine aggregates, namely, 0%, 10%, 20% and 30%. While the dependent variables in this study are other aggregates such as cement, fine aggregate, coarse aggregate and water. The compressive strength of 28-day-old concrete in the normal mixture is 22.23 MPa, in the V10 mixture it is 4.58 MPa, in the V20 mixture it is 3.11MPa, in the V30 mixture it is 1.41 MPa. Based on the research that has been done, it can be concluded that the utilization of galam powder waste as a substitute for fine aggregate is not successful, because galam powder cannot bind perfectly to concrete.

Keywords: Waste, Galam Wood, Melaleuca leucadendron

Abstrak

Pemanfaatan limbah sisa-sisa pemotongan dari kayu sangat jarang dilakukan, salah satu limbah yang jarang dimanfaatkan adalah sisa – sisa pemotongan dari kayu galam atau serbuk galam. Umar (2019) melakukan penelitian pemanfaatan limbah serbuk kayu jati sebagai campuran pada beton, menghasilkan penambahan serbuk kayu 10 kg/m³, 20 kg/ m³, dan 30 kg/m³ dalam campuran beton meningkatkan kuat tekan beton. Berdasarkan itu dilakukan penelitian tentang "Pengaruh Penambahan Serbuk Galam Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Mutu Normal". Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan mutu beton yang direncanakan adalah 20 MPa dan bentuk benda uji adalah silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm . Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi persentase limbah serbuk galam dalam agregat halus yaitu, 0%, 10%, 20% dan 30%. Sementara variabel terikat dalam penelitian ini yaitu agregat lainnya seperti semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Kuat tekan beton umur 28 hari pada campuran normal sebesar 22,23 MPa, pada campuran V10 sebesar 4,58 MPa, pada campuran V20 sebesar 3,11MPa, pada campuran V30 sebesar 1,41 MPa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan pemanfaatan limbah serbuk galam sebagai pengganti agregat halus tidak berhasil dilakukan, dikarenakan serbuk galam tidak dapat mengikat dengan sempurna pada beton.

Kata Kunci: Limbah, Kayu Galam, Melaleuca Leucadendron

PENDAHULUAN

Material beton merupakan salah satu material penting yang sering digunakan pada pembangunan. Beton adalah campuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), air, dalam jumlah tertentu, dan semen Portland atau semen hidraulik dengan atau bahan tambah. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan dan didiamkan akan menjadi keras. Kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat dasar penyusunnya, selama penguangan adukan beton, cara pemadatan, dan rawatan selama proses pengawasan (Tjokrodinuljo, 1992 dalam Adi, 2013).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat beton terutama dari segi kekuatannya menahan beban, daya tahan, keawetan, dan kemudahan pengerjaannya. Usaha untuk melakukan peningkatan mutu dan kekuatan beton diantaranya dengan menambahkan zat aditif atau dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton. Pemakaian

serat dalam campuran beton sudah cukup lama dilakukan, namun karena ketersediaannya semakin menurun maka dikembangkan berbagai jenis, salah satunya adalah serat kayu atau serbuk kayu. (Saifuddin dkk, 2013)

Serbuk kayu biasanya banyak ditemukan di pabrik pengolahan kayu ataupun meubel yang merupakan limbah sisa pemotongan dari kayu. Limbah penggergajian yang belum dimanfaatkan biasanya hanya dibuang dan dibakar, tetapi ada juga yang dimanfaatkan sebagai pupuk kompos tanaman. Jika limbah dibuang terus menerus tanpa adanya pengolahan yang maksimum dapat menimbulkan gangguan keseimbangan, dengan demikian menyebabkan lingkungan tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan dan keselamatan hayati. (Suratmin dkk, 2007). Salah satu cara termudah untuk meminimalisir limbah adalah dengan cara mengolah kembali dan memaksimalkan manfaat limbah tersebut untuk berbagai kebutuhan, seperti untuk campuran beton sebagai pengganti agregat halus.

Umar (2019) melakukan penelitian pemanfaatan limbah serbuk kayu jati sebagai campuran pada beton,

Usaha untuk melakukan peningkatan mutu dan kekuatan beton diantaranya dengan menambahkan zat aditif atau dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton. Serbuk kayu yang digunakan sebagai serat berupa serbuk kayu jati dengan ukuran kurang dari 2 mm. Variasi penambahan serbuk kayu pada campuran beton adalah 10 kg/m³, 20 kg/m³, dan 30 kg/m³. Faktor air semen 0,5 dengan metode perencanaan campuran (Mix Design) berdasarkan ACI (American Concrete Institute). Penambahan serbuk kayu 10 kg/m³, 20 kg/m³, dan 30 kg/m³ dalam campuran beton meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan tertinggi dicapai oleh penambahan serbuk kayu jati sebanyak 20 kg/m³, dimana dicapai kuat tekan beton sebesar 230.76 kg/cm², atau terjadi peningkatan 2.23 % dibanding beton normal. Nilai slump pada beton dengan penambahan serbuk kayu mengalami penurunan sehingga mempengaruhi workability namun masih memenuhi syarat dalam taraf mudah dikerjakan.

(Tampubolon 2020) melakukan studi penelitian Pemanfaatan Limbah Kayu Gelam (*Melaleuca Cajuputi*) Dan Serbuk Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*) Serta Serbuk Campuran Untuk Pembuatan Papan Semen Partikel. Penelitian ini bertujuan untuk memberi informasi ilmiah mengenai sifat fisis papan semen partikel dari limbah serbuk gergajian limbah serbuk kayu gelam dan limbah serbuk kayu ulin. Dibutuhkan terobosan baru dalam pengetahuan dibidang biokomposit. Salah satu produk biokomposit yang berpotensi dikembangkan adalah papan semen partikel. Berdasarkan pada pengujian sifat fisis pada papan semen partikel, meliputi pengujian kerapatan, kadar air, daya serap air, dan pengembangan tebal. Pada pengujian kerapatan menunjukkan hasil nilai rata-rata tertinggi terdapat pada papan semen partikel yang menggunakan campuran serbuk gelam dan serbuk ulin dengan perbandingan perekat 50% : 150% dengan nilai 1.56 cm³/gr. Pengujian kadar air papan semen partikel hasil nilai rerata tertinggi terdapat pada papan semen partikel menggunakan serbuk serbuk gelam dengan perbandingan serbuk dan perekat 50% : 150% dengan nilai 14.00%. Pengujian daya serap air papan partikel menunjukkan nilai rerata tertinggi terdapat pada papan semen partikel menggunakan serbuk gelam dan menggunakan perekat dengan perbandingan antara serbuk dan perekat 50% : 50% dengan nilai 51.93%.

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka dilakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Serbuk Galam Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Beton Mutu Normal”. Serbuk galam dipilih dalam penelitian ini dikarenakan banyaknya serbuk galam sisa-sisa pemotongan dari kayu galam yang tidak dimanfaatkan. Agar serbuk galam tidak terbuang begitu saja dan hanya menjadi limbah maka dimanfaatkan dalam penelitian ini. Setelah penelitian nantinya akan diketahui apakah dengan menambahkan serbuk galam kedalam campuran beton mutu normal akan meningkatkan mutu dari beton tersebut.

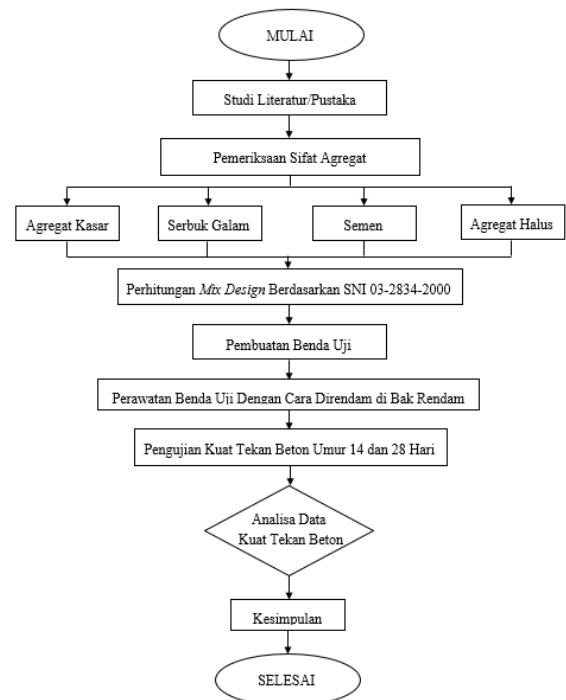
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode

eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan beton mutu normal $f'c$ 20 MPa sebagai pembanding dengan beton yang akan di eksperimenkan. Diharapkan dengan penelitian ini dapat mengetahui pengaruh penambahan serbuk galam sebagai campuran beton mutu normal.

Dalam penelitian ini pencampuran beton menggunakan SNI 2834 – 2000 dan variabel yang digunakan adalah variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi persentase limbah serbuk kayu galam dalam agregat yaitu, 0%, 10%, 20% dan 30%. Sementara variabel terikat dalam penelitian ini yaitu agregat lainnya seperti semen, pasir, kerikil dan air.

Berikut diagram alur penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 1. Alur Penelitian Pengujian Material

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah agregat kasar, agregat halus, semen dan serbuk galam. Dimana sebelum melakukan percobaan untuk melakukan perhitungan komposisi campuran harusnya dilakukan pengujian-pengujian dari masing-masing material tersebut.

Pengujian agregat kasar meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan kadar lumpur dan pengujian keausan yang dilakukan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifik Karakteristik Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat Kasar	Interval Batas	Pedoman
1.	Kadar Lumpur, (%)	0,2 - 1,0	ASTM C 117
2.	Keausan, (%)	15 - 50	ASTM C 131
3.	Resapan (%)	0,2 - 4,0	ASTM C 127
4.	Berat Jenis Spesifik	1,6 - 3,2	ASTM C 127

Sumber: Setiawan (2018)

Pengujian agregat halus meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan kadar lumpur dan pemeriksaan analisa saringan yang dilakukan dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifik Karakteristik Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat Kasar	Interval Batas	Pedoman
1.	Kadar Lumpur, (%)	0,2 - 6	ASTM C 117
2.	Resapan (%)	0,20 - 2,00	ASTM C 128
3.	Berat Jenis Spesifik	1,60 - 3,20	ASTM C 128
4.	Modulus Kehalusan	2,2 - 3,1	ASTM C 136

Sumber: Setiawan (2018)

Adapun pengujian semen meliputi pengujian berat jenis. Sedangkan untuk pengujian serbuk galam meliputi pengujian berat jenis dan penyerapan dan pemeriksaan kadar air.

Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini jumlah benda uji sebanyak 16 sampel dengan masing-masing persentase diambil 4 benda uji untuk pengujian kuat tekan 14 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Tabel 3. Jumlah Benda Uji

No	Persentase Serbuk Galam (%)	Hari	Jumlah Benda Uji
1.	0	14	2
2.	0	28	2
3.	10	14	2
4.	10	28	2
5.	20	14	2
6.	20	28	2
7.	30	14	2
8.	30	28	2
TOTAL			16

Perawatan Benda Uji

Perawatan beton yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan merendam beton di bak rendam. Beton yang sudah dilepas dari begisting silinder dimasukan kedalam bak rendam sampai terendam sempurna dan setelah itu beton dikeluarkan dari bak rendam lalu dijemur selama 3 s/d 5 hari sampai beton berumur 14 dan 28 hari, penjemuran dilakukan karena dalam penelitian ini menggunakan serbuk galam sebagai pengganti agregat halus yang dimana serbuk galam memiliki sifat penyerapan yang sangat tinggi sehingga diperlukan penjemuran lebih lama agar beton kering dengan sempurna.

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin *Compressive Testing Machine* (CTM). Beton yang akan diuji diletakkan di pusat bidang tekan mesin, pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kekuatan tekan beton adalah sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P_{maks}}{A} \quad (1)$$

Dengan f'_c adalah kekuatan tekan mortar, P_{maks} adalah gaya tekan maksimum dan A adalah luas penampang benda uji

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (ASTM C 127)

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 127. Tujuan dari pengujian berat jenis dan penyerapan adalah untuk menentukan berat jenis dan penyerapan agregat kasar menurut ASTM C 127. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil	Satuan
1.	Berat keranjang dalam air (W_1)	405,5	gr
2.	Berat keranjang di udara	455	gr
3.	Berat keranjang + SSD dalam air (W_2)	5333	gr
4.	Berat contoh SSD di udara	8000	gr
5.	Berat contoh SSD dalam air ($W_2 - W_1$)	4927,5	gr
6.	Berat contoh kering di udara	7780	gr
7.	$Apparent\ Specific\ Gravity = \frac{Point\ 6}{6 / (6 - 5)}$	2,73	
8.	$Bulk\ Specific\ Gravity\ On\ Dry\ Basic = \frac{Point\ 6}{(4 - 5)}$	2,53	
9.	$Bulk\ Specific\ Gravity\ SSD\ Basic = \frac{Point\ 4}{(4 - 5)}$	2,60	
10.	$Persentase\ Water\ Absorption = \frac{(4 - 6)}{6} \times 100\%$	2,83	%

Sumber : Hasil Pengujian

Hasil percobaan berat jenis batu pecah harus memenuhi persyaratan ASTM C 127, yaitu berat jenis sebesar 1,60 - 3,20 dan penyerapan agregat kasar maksimal sebesar 4%. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis agregat kasar yang digunakan sebesar 2,60 gram/cm³ dan penyerapan air agregat kasar yang digunakan sebesar 2,83%. Hasil tersebut telah memenuhi standar ASTM C 127.

Hasil Pengujian Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar (ASTM C 117)

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 117. Tujuan dari pengujian pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar adalah untuk mengetahui besar kandungan kadar lumpur yang terdapat pada agregat kasar menurut ASTM C 117. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

No	Uraian	Hasil	Satuan
1	Berat kering benda uji sebelum di cuci	8000	gr
2	Berat kering benda uji sesudah di cuci	7900	gr
$Kadar\ lumpur = \frac{(1 - 2)}{1} \times 100\%$		1,250	%

Sumber : Hasil Pengujian

Hasil percobaan kebersihan batu pecah harus memenuhi persyaratan ASTM C 117, maksimal 1%. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil kadar lumpur agregat kasar yang digunakan sebesar 1,250%. Hasil tersebut tidak memenuhi standar ASTM C 117 yaitu maksimal kadar lumpur yang terkandung didalam agregat kasar 1%, sehingga sebelum digunakan agregat kasar dicuci terlebih dahulu agar kandungan lumpurnya hilang.

Hasil Pengujian Pemeriksaan Keausan (abrasi) Agregat Kasar (ASTM C 131)

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 131. Tujuan dari pengujian pemeriksaan keausan agregat kasar adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles menurut ASTM C 131. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 6** berikut:

Tabel 6. Pemeriksaan Abrasi Agregat Kasar

No	Saringan	Berat Contoh	Satuan
1	1/2"	2500	gr
2	3/8"	2500	gr
3	Jumlah	5000	gr
4	Tetahan di No. 12	3680	gr
Keausan = $(3 - 2) / 3 \times 100\%$		26,40	%

Sumber : Hasil Pengujian

Hasil percobaan pemeriksaan keausan agregat kasar harus memenuhi persyaratan ASTM C 131, yaitu sebesar 15 – 50 %. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil keausan (abrasi) agregat kasar yang digunakan sebesar 26,40 %. Hasil tersebut memenuhi standar ASTM C 131.

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (ASTM C 128)

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 128. Tujuan dari pengujian pemeriksaan keausan agregat halus adalah untuk mengetahui berat pasir dalam kondisi kering permukaan (SSD) dan penyerapan agregat halus, menurut ASTM C 128. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 7** berikut:

Tabel 7. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

No	Uraian	Hasil	Satuan
1.	Berat Flask	72,57	Gram
2.	Berat SSD	500	Gram
3.	Berat Flask + Air	573,67	Gram
4.	Berat Flask + Air + SSD	883,18	Gram
5.	Berat Kering	496,09	Gram
6.	$Apparent\ Specific\ Gravity = \frac{Point\ 5}{5 + 3 - 4}$	2,66	
7.	$Bulk\ Specific\ Gravity\ On\ Dry\ Basic = \frac{Point\ 5}{(2 + 3 - 4)}$	2,60	
8.	$Bulk\ Specific\ Gravity\ SSD\ Basic = \frac{Point\ 2}{(2 + 3 - 4)}$	2,62	
9.	$Persentase\ Water\ Absorption = \frac{(2 - 5)}{5} \times 100\%$	0,79	%

Sumber : Hasil Pengujian

Hasil percobaan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus harus memenuhi persyaratan ASTM C 128, yaitu berat jenis agregat halus sebesar 1,60 – 3,20 dan penyerapan maksimal sebesar 2,0%. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis agregat halus yang digunakan sebesar 2,62 dan penyerapan agregat halus sebesar 0,79%. Hasil tersebut memenuhi standar ASTM C 128.

Hasil Pengujian Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus (ASTM C 117)

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 117. Tujuan dari pengujian pemeriksaan kadar lumpur agregat halus adalah untuk mengetahui besar kandungan kadar lumpur yang terdapat pada agregat halus, menurut ASTM C 117. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

No	Uraian	Hasil	Satuan
1	Berat kering benda uji sebelum di cuci (W_1)	1000	gram
2	Berat kering benda uji sesudah di cuci (W_2)	993,41	gram
$Kadar\ lumpur = \frac{(1 - 2)}{1} \times 100\%$		0,659	%

Sumber : Hasil Pengujian

Hasil percobaan pemeriksaan kadar lumpur agregat halus harus memenuhi persyaratan ASTM C 117, yaitu maksimal sebesar 6,0%. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh kadar lumpur agregat halus yang digunakan sebesar 0,659%. Hasil tersebut memenuhi standar ASTM C 117.

Hasil Pengujian Pemeriksaan Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-1993 untuk pembagian zona agregat halus dan ASTM C 136 untuk modulus halus butir. Tujuan dari pengujian pemeriksaan analisa saringan agregat halus adalah untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus yang digunakan dan juga memperoleh nilai modulus kehalusan agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 9** berikut:

Tabel 9. Analisa Saringan Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Saringan	Agregat Halus				
		Tertahan (gram)	Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Lolos	Persen Lolos (%)
2,4	No.12	83,25	8	8	916,75	91,68
1,2	No.16	115,17	12	20	801,58	80,16
0,6	No.30	397,41	40	60	404,17	40,42
0,3	No.50	298,39	30	89	105,78	10,58
0,15	No.100	91,39	9	99	14,39	1,44
	Sisa	14,39	1	100	0	0,00
	Jumlah	1000,00		276		
					MHB =	2,76

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil percobaan menurut SNI 03-2834-1993 dapat dilihat bahwa agregat halus yang digunakan berada dalam kriteria gradasi agregat halus pada zona 2 yaitu pasir sedang. Nilai modulus halus butir yang diperoleh adalah 2,76 dimana nilai ini memenuhi nilai modulus halus berdasarkan ASTM C 136 yaitu berkisaran antara 2,2 – 3,1.

Hasil Pengujian Berat Jenis Semen Portland (ASTM C 188)

Pengujian ini dilakukan berdasarkan standar ASTM C 118. Tujuan dari pengujian berat jenis semen portland adalah untuk menentukan berat jenis semen portland, menurut ASTM C 118. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 10** berikut:

Tabel 10. Pemeriksaan Kadar Air Serbuk Garam

No	Uraian	Hasil	Satuan
1	Berat Semen	64	gram
2	V ₁ (Pembacaan Pertama Pada Skala Botol)	0,2	ml
3	V ₂ (Pembacaan Kedua Pada Skala Botol)	20,55	ml
4	d (density air pada suhu kamar 4°)	1	gr/cm ³
5	Berat Jenis = $1 / (V_2 - V_1) \times d$	3,145	gr/cm ³

Sumber : Hasil Pengujian

Hasil percobaan pemeriksaan berat jenis semen portland harus memenuhi persyaratan ASTM C 118, yaitu antara 3,15 – 3,17 dengan toleransi yang diperkenankan 0,01 gram/cm³. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh berat jenis semen portland sebesar 3,145 gram/cm³. Hasil tersebut memenuhi standar ASTM C 118.

Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Serbuk Garam (ASTM C 128)

Tujuan dari pengujian berat jenis serbuk garam adalah untuk menentukan berat jenis serbuk garam. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 11** berikut:

Tabel 11. Berat Jenis dan Penyerapan Serbuk Garam

No	Uraian	Hasil	Satuan
1.	Berat Flask	71,9	gram
2.	Berat SSD	160	gram
3.	Berat Flask + Air	573,3	gram
4.	Berat Flask + Air + SSD	608	gram
5.	Berat Kering	70	gram
6.	Apparent Specific Gravity = $\text{Point } 5 / (5 + 3 - 4)$	1,98	
7.	Bulk Specific Gravity On Dry Basic = $\text{Point } 5 / (2 + 3 - 4)$	0,56	
8.	Bulk Specific Gravity SSD Basic = $\text{Point } 2 / (2 + 3 - 4)$	1,28	
9.	Persentase Water Absorption = $(2 - 5) / 5 \times 100\%$	128,57	%

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh berat jenis SSD serbuk garam sebesar 1,28. Sedangkan penyerapan air didapatkan 128,57%.

Hasil Pengujian Pemeriksaan Kadar Air Serbuk Garam

Tujuan dari pengujian pemeriksaan kadar air serbuk garam adalah untuk mengetahui kadar air yang terkandung didalam serbuk garam. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12. Pemeriksaan Kadar Air Serbuk Garam

No	Uraian	Hasil	Satuan
1	Berat Benda Uji	1000	gram
2	Berat kering benda uji	426	gram
	Kadar Air = $(1 - 2) / 1 \times 100\%$	57,40	%

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh kadar air serbuk garam yang digunakan sebesar 57,40%.

Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proporsi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana. Pada perencanaan beton normal ini direncanakan memiliki kuat tekan 20 MPa.

Tabel 13. Perencanaan Variasi Campuran Bata Semen Untuk 1 Benda Uji

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Serbuk Garam (kg)
0%	1,9	4,1	6,8	
10%	1,9	3,69	6,8	0,41
20%	1,9	3,28	6,8	0,82
30%	1,9	2,87	6,8	1,23

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil Pengujian Slump

Workability (kemudahan pengerjaan) beton dapat dilihat dari nilai Slump yang terjadi. Karena nilai Slump merupakan parameter kemudahan pengerjaan, semakin tinggi nilai Slump maka semakin mudah dalam proses pengerjaan beton (*Workability*). Pemakaian serbuk garam untuk semua silinder beton dalam penelitian ini berbeda-beda persentasenya. Berikut adalah nilai slump dari tiap – tiap persentase serbuk garam.

Tabel 14. Hasil Nilai Pengujian Slump

No	Varian	Nilai Slump Rata – Rata (cm)
1.	Normal	14,5
2.	10%	10
3.	20%	9,75
4.	30%	13

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan tabel diatas didapatkan nilai slump rata – rata sebesar 14,5 cm, 10 cm, 9,75 cm dan 13 cm, dimana nilai slump tersebut memenuhi nilai slump rencana yaitu, 60 – 180 mm.



Gambar 2. Pengujian Slump

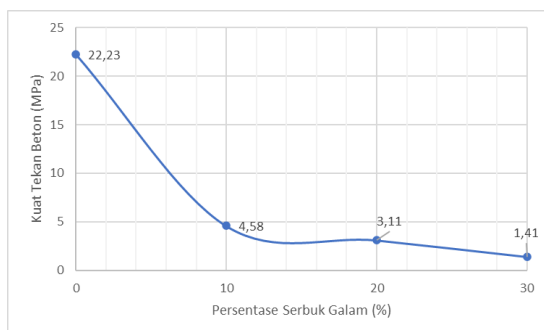
Hasil Pengujian Kuat Tekan

Untuk sampel pengujian kuat tekan yang sudah di rata-ratakan bisa dilihat didalam tabel berikut.

Tabel 15. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Varian Serbuk Galam	Kuat Tekan	
	14 Hari	28 Hari
0%	11,03	22,23
10%	3,21	4,58
20%	1,77	3,11
30%	0,22	1,41

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 3. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Percobaan 28 Hari

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada hari ke 28 pada beton normal yang direncanakan adalah mutu beton 20 MPa menghasilkan beton tanpa campuran serbuk galam yaitu 22,23 MPa, sedangkan beton dengan persentase 10% serbuk galam kekuatan beton menurun menjadi 4,58 MPa, pada beton dengan persentase serbuk galam 20% menurun menjadi 3,11 MPa, dan pada beton dengan persentase serbuk galam 30% kekuatan beton menurun menjadi 1,41 MPa. Dari hasil tersebut dapat diketahui semakin bertambahnya serbuk galam maka kuat tekan beton semakin menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dari hasil pengujian kuat tekan beton pada hari ke 28 pada beton dengan persentase 10% serbuk galam kekuatan

beton menurun sebanyak 79,40% terhadap beton normal pada beton dengan persentase serbuk galam 20% kekuatan beton menurun sebanyak 86,00% terhadap beton normal, dan pada beton dengan persentase serbuk galam 30% kekuatan beton menurun sebanyak 93,66% terhadap beton normal. Maka dapat disimpulkan pemanfaatan limbah serbuk galam sebagai pengganti agregat halus tidak berhasil dilakukan, dikarenakan serbuk galam tidak dapat mengikat dengan sempurna pada beton, selain itu pada saat pengujian beton tersebut masih dalam keadaan basah dikarenakan serbuk galam memiliki sifat penyerapan yang tinggi sehingga waktu penjemuran beton selama 3 hari kurang efektif hanya membuat beton kering permukaan saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Prasetya. 2013. "Kajian Jenis Agregat dan Proporsi Campuran Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Tembus Beton Porus." *Jurnal Teknik* 3(2):100–106.
- Nugraha, Paul. 2007. "Teknologi Beton; Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi."
- Saifuddin, Muhammad Ikhsan, Bambang Edison, dan Khairul Fahmi. 2013. "Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton."
- Setiawan, Arman. 2018. "Studi Pengaruh Penggunaan Material Pasir Putih Baranti Terhadap Kekuatan Beton."
- SNI 2834. 1993. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-1992.
- SNI 2834. 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Soebandono, Bagus, dan Dinar Kurniawan As'at Pujiyanto. 2013. "Perilaku Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE." *Semesta Teknika* 16(1).
- Suratmin, Suratmin, Iman Satyarno, dan Kardiyono Tjokrodiluljo. 2007. "Pemanfaatan Kulit Ale-Ale Sebagai Agregat Kasar Dalam Pembuatan Beton." Pp. 530–38 in *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*. Vol. 17.
- Tampubolon, Brave Sugesty. 2020. "Pemanfaatan Limbah Kayu Gelam (Melaleuca Cajuputi) Dan Serbuk Ulin (Eusideroxylon Zwageri) Serta Serbuk Campuran Untuk Pembuatan Papan Semen Partikel." *Jurnal Sylva Scientiae* 2(3):432–42.
- Umar, Usmanul Hayadi. 2019. "Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Serbuk Kayu Jati." *Journal of Civil Engineering and Planning* 1(1):20–25.
- Winarto, Sigit. 2018. "Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Campuran Dalam Beton Untuk Meningkatkan Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan Studi Kasus: Pembangunan Homestay Singonegaran Kediri." *UKaRst* 1(1):1–10.
- Wuryati, Samekto, dan Rahmadiyanto Candra. 2001. "Teknologi Beton." Yogyakarta: Kansius.