

Pengaruh Penggunaan Serbuk Kayu sebagai Bahan Tambah terhadap Berat Isi Beton Alir

Muhammad Andy Irfan¹, Nurul Rochmah²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

¹E-mail: irfanandy2001@gmail.com

²E-mail: nurul-rochmah@untag-sby.ac.id

Abstract — Developments in the construction sector are increasingly advanced and sophisticated. One of them is concrete technology, concrete technology itself has great potential in the construction sector, including the construction of buildings, buildings, bridges, etc. In this test, additional wood powder was used in the flowing concrete mixture. Wood powder itself contains levels of cellulose, hemylose and lignin, which have the benefit of binding materials well and also have adhesion and dispersion properties which work to inhibit the diffusion of water in the material, as well as increasing the compressive strength of concrete. The percentage of sawdust used in this test is 0%, 0.25%, 0.50%, 1%, 2%, 3% and 5% with a mixture of 1.5% Superplasticizer (ViscoCrete® -3115N). Tests were carried out on concrete aged 7 and 28 days. From the test results, the average value of the density of 0% variation was 2345.81 Kg/ m³, 0.25% variation was 2365.29 Kg/ m³, 0.50% variation was 2327.32 Kg/ m³, 1% variation amounting to 2354.58 Kg/ m³, 2% variation amounting to 2321.69 Kg/ m³, 3% variation amounting to 2319.93 Kg/ m³ and 5% variation amounting to 2322.10 Kg/ m³.

Keywords: flowing concrete; content weight; wood powder.

Abstrak — Perkembangan di bidang konstruksi semakin maju dan canggih. Salah satunya adalah teknologi beton, teknologi beton sendiri memiliki potensi yang besar dalam bidang konstruksi, antara lain konstruksi bangunan, gedung, jembatan, dan lain-lain. Dalam pengujian ini digunakan bahan tambah serbuk kayu pada campuran beton alir. pada serbuk kayu sendiri mengandung kadar selulosa, hemilosa dan lignin, yang mempunyai manfaat untuk mengikat material dengan baik dan juga memiliki sifat adhesi maupun dispersi yang berkerja untuk menghambat difusi air dalam material, serta meningkatkan mutu kuat tekan beton. Persentase serbuk kayu yang digunakan dalam pengujian ini yaitu 0%, 0,25%, 0,50%, 1%, 2%, 3% dan 5% dengan campuran bahan tambah Superplasticizer (®ViscoCrete® -3115N) sebesar 1,5%. Pengujian dilakukan pada beton yang berumur 7 dan 28 hari. Dari hasil pengujian didapat nilai rata-rata berat isi variasi 0% sebesar 2345,81 Kg/ m³, variasi 0,25% sebesar 2365,29 Kg/ m³, variasi 0,50% sebesar 2327,32 Kg/ m³, variasi 1% sebesar 2354,58 Kg/ m³, variasi 2% sebesar 2321,69 Kg/ m³, variasi 3% sebesar 2319,93 Kg/ m³ dan variasi 5% sebesar 2322,10 Kg/ m³.

Kata-kata kunci: beton alir; berat isi; serbuk kayu.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang konstruksi semakin maju dan canggih. Salah satunya adalah teknologi beton, teknologi beton sendiri memiliki potensi yang besar dalam bidang konstruksi, antara lain konstruksi bangunan, gedung, jembatan, dan lain-lain. Beton mempunyai beberapa keunggulan antara lain kuat tekan yang sangat tinggi, harga yang relatif murah, bahan yang tahan lama, dan pengerjaan lebih mudah karena dapat dicetak sesuai keinginan.. Selain kelebihanannya, beton juga mempunyai permasalahan yang dapat terjadi pada saat proses konstruksi. Salah satunya adalah terjadinya rongga pada saat proses pemadatan sehingga membuat proses pemadatan beton menjadi lebih sulit karena baja tulangan terlalu padat. Untuk mengatasi masalah ini, digunakan beton alir yang sangat mudah

dikerjakan, yang dapat diinjeksikan menggunakan pompa.

Beton alir adalah beton dengan kemerosotan lebih besar dari 190 mm (7,5 inci), tanpa terjadi bleeding dan segregasi, dan kemampuan kerja yang tinggi (R. Trimurtiningrum & A. Subakti., 2017). Beton alir digunakan untuk mengurangi biaya pemadatan dan mempercepat konstruksi. Menurut (Okamura dan Ouchi., 2003), beton *flowable* dapat dibentuk dengan menggunakan ukuran agregat kasar yang kecil, rasio air-semen yang rendah, dan penggunaan bahan *superplasticizer*.

Kayu merupakan bahan yang diperlukan untuk konstruksi bangunan, dan kayu merupakan bahan baku yang fleksibel dan serbaguna. Menurut (Sulaiman dkk. 2018). Kayu merupakan bahan dengan kandungan selulosa yang tinggi yaitu 72%. Selain selulosa kayu juga

mengandung komponen hemiselulosa dan biomassa umumnya juga mengandung lignin dengan jumlah kurang lebih 15-30% dari berat kering bahan. Jika serbuk kayu mengandung selulosa atau hemiselulosa, maka bila ditambahkan ke dalam campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa tersebut akan terserap ke permukaan mineral dan partikel, serta sifat perekat dan dispersinya akan meningkatkan kekuatan ikatan antar partikel. Sifat hidrofobiknya memungkinkan air berdifusi ke dalam material.

Di Indonesia sendiri pabrik pengelolaan kayu sering kita jumpai. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) 2023, produksi kayu bulat di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 64,65 juta m³. Volume tersebut naik 0,35% dari tahun sebelumnya yang sebanyak 64,42 juta m³. Dari setiap produksi kayu yang dihasilkan pasti juga akan menghasilkan limbah dari hasil produksi kayu tersebut seperti limbah serbuk kayu, potongan-potongan kayu dll. Limbah hasil produksi kayu yang belum dimanfaatkan biasanya dibuang ataupun dibakar. Ada juga sebagian kecil orang yang mau menggunakan sisa serbuk kayu ini sebagai pupuk kompos.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton alir adalah beton yang mempunyai nilai slump (encer) tinggi lebih dari 19 cm (ASTM C 2017) serta bebas dari pendarahan dan segregasi. Beton alir pertama kali dikembangkan di Jepang untuk mencapai kualitas beton yang seragam dan mengendalikan masalah pemadatan beton yang tidak mencukupi akibat tenaga kerja dan kompleksitas desain baja tulangan dalam struktur beton modern. Beton flowable atau beton alir dapat mengalir tanpa alat pemadatan (*self-compacting*) dan menghasilkan campuran yang homogen bila diisi di area dengan baja tulangan padat. (Surya Sebayal, 2010).

Bahan Penyusun Beton Alir

Mutu beton tentunya dapat dikenali dari bahan, bahan tambahan bahkan alat yang digunakan. Beton yang bermutu tinggi juga dihasilkan jika bahan yang digunakan berkualitas baik, komposisi campurannya direncanakan dengan baik, serta proses pembuatan dan pembentukannya dilakukan dengan baik. Bahan dasar beton terfluidisasi adalah semen, agregat kasar dan halus, air, serta bahan tambahan seperti *Superplasticizer*. Bahan yang digunakan

untuk produksi beton pada penelitian ini adalah semen, agregat, air, dan bahan tambahan serbuk kayu.

1. Semen Portland

Semen Portland menurut SNI 15-2049-2004 adalah semen hidrolik yang dibuat dengan cara menggiling terak semen Portland. Terak semen Portland terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang digiling bersama dengan bahan tambahan dalam bentuk kristal dari satu atau lebih senyawa kalsium sulfat. Bahan tambahan lainnya juga bisa ditambah. Semen Portland adalah semen hidrolik yang dibuat dengan menghancurkan klinker, yang terdiri dari difat-sifat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu.

2. Agregat

Agregat adalah butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral alam dan buatan lainnya yang berbentuk mineral padat atau pecahan besar atau kecil. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi dalam produksi beton, dan peranan agregat dalam beton sangatlah penting. Kandungan agregat pada beton kurang lebih 70-75% dari volume beton. Pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam produksi beton karena agregat mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap sifat-sifat beton. Agregat sendiri dibedakan menjadi dua jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar, yang dapat diperoleh secara alami maupun buatan.

3. Air

Air memegang peranan penting dalam produksi beton karena mempengaruhi sifat-sifat beton. Sifat yang mempengaruhi adalah kemampuan proses dan penyusutan. Selain itu, tujuan utama penggunaan air adalah untuk proses hidrasi. Proses hidrasi adalah ketika semen dan air bereaksi dan setelah beberapa waktu diperoleh campuran yang keras. Air juga digunakan untuk pengawetan untuk memastikan proses pengawetan yang sempurna.

4. *Superplasticizer*

Superplasticizer adalah bahan tambahan yang biasa digunakan dalam campuran beton dan merupakan jenis bantuan dispersi. *Superplasticizer* bekerja dengan cara menempel pada permukaan partikel semen, membuatnya lebih tersebar merata di dalam semen dalam keadaan cair. Hal ini membuat campuran

menjadi lebih cair dan mengurangi kebutuhan air dalam campuran (Newman & Choo, 2003).). Karena sifat-sifat ini, *Superplasticizer* digunakan untuk tujuan seperti:

1. Untuk meningkatkan kelecakan pada campuran beton.
2. Untuk meningkatkan workability pada campuran beton.
3. Untuk mengurangi penggunaan air pada campuran beton.
4. Untuk meningkatkan mutu beton.

Sika® ViscoCrete® – 3115N adalah generasi ketiga superplastizicer untuk beton dan mortar. Sika® ViscoCrete® – 3115N ini khususnya dikembangkan untuk produksi beton aliran tinggi dengan sifat daya alir yang lama.



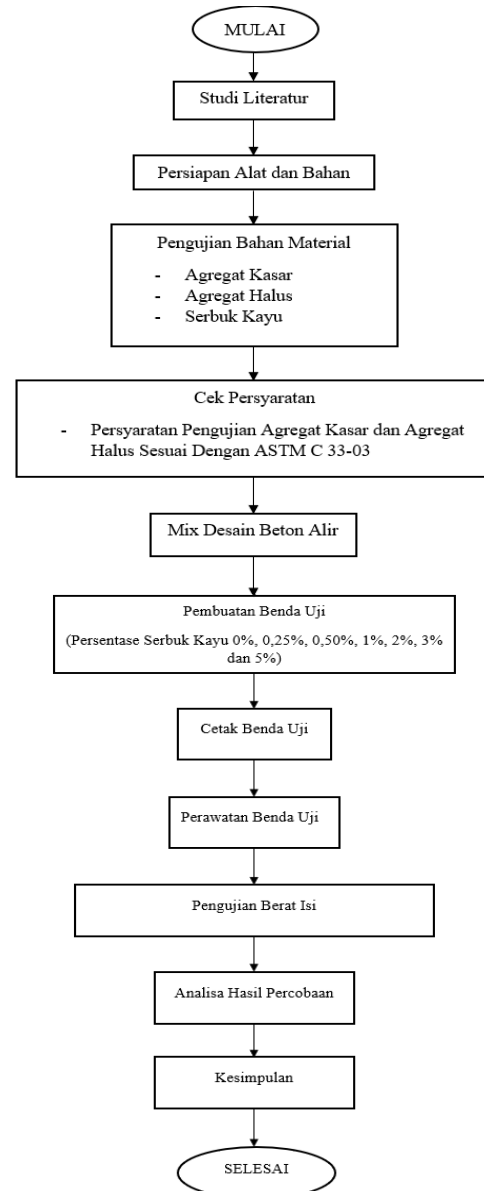
Gambar 1. *Superplasticizer*

5. Serbuk Kayu

Kayu merupakan bahan dengan kandungan selulosa yang tinggi yaitu 72%. Selain selulosa, serbuk gergaji juga mengandung hemiselulosa, dan mengandung lignin sekitar 15-30% dari berat kering bahan (Susanto, 1998). Serbuk gergaji adalah serbuk kayu yang berasal dari potongan kayu yang menggunakan gergaji. Serbuk kayu yang digunakan memerlukan pengolahan yang disebut proses mineralisasi. Proses ini berfungsi untuk mengurangi zat ekstraktifnya seperti gula, tannin dan asam-asam organik dari tumbuh-tumbuhan agar daya lekat dan pengerasan semen tidak terganggu. Zat gula pada beton dapat bertindak sebagai retarder untuk memperlambat proses hidrasi. Zat tannin yang berbentuk humus dan lumpur organik pada beton dapat mengurangi mutu beton. Asam organik dapat merusak beton

dan baha tulangan sehingga menyebabkan kekuatan beton menurun.

III. METODE



Gambar 2. Bagan alir penelitian

2.1 Studi Literatur.

Studi Literatur adalah metode pengumpulan informasi atau sumber-sumber terkait penelitian (Habsy, 2017). Studi literatur diperlukan untuk menunjang penulis untuk mengetahui dasar-dasar teori atau informasi yang berkaitan dengan topik yang dibahas dalam penelitian. Studi Literatur yang digunakan didapatkan melalui berbagai sumber, mulai dari buku, jurnal, majalah ilmiah artikel, serta sumber-sumber

yang biasanya dapat dijangkau melalui sarana internet.

2.2 Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

2.3 Pengujian Material

Sebelum melakukan proses pembuatan beton alir, terlebih dahulu dilakukan pengujian material untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing material dan juga material diuji harus memenuhi persyaratan-persyaratan agar nantinya material tersebut dapat menghasilkan beton yang berkualitas. Pengujian ini akan dilaksanakan di Laboratorium program studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

2.4 Mix Desain

Mix desain adalah tahapan dimana guna mendapatkan jumlah ukuran perbandingan yang sesuai seperti semen, agregat kasar, agregat halus, dan air, rancangan adukan beton bertujuan untuk memperoleh beton yang tepat dengan bahan dasar yang tersedia.

2.5 Perencanaan Benda Uji

Perencanaan benda uji adalah merupakan proses perencanaan benda uji dan penamaan benda uji dengan variasi serbuk kayu 0%, 0,25%, 0,50%, 1%, 2%, 3%, dan 5% dengan penggunaan *superplasticizer* 1,5% untuk setiap benda uji.

2.6 Analisis Hasil dan Percobaan

Analisa hasil penelitian dilakukan setelah mengumpulkan data-data yang diperlukan dari awal hingga akhir penelitian. Hasil penelitian ini membandingkan nilai rata-rata variasi serbuk gergaji terhadap berat isi beton, pada campuran beton serbuk kayu yang dicampur sebesar 0%, 0,25%, 0,50%, 1%, 2%, 3%, dan 5%.

2.7 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini disajikan pada Bab V. Bab V membahas hasil penelitian sehingga kita dapat mengidentifikasi dan memberikan saran apakah serbuk gergaji dapat memberikan dampak positif atau negatif terhadap sifat beton terfluidisasi. Untuk lebih meningkatkan hasil tugas akhir.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil pengujian berat isi beton basah

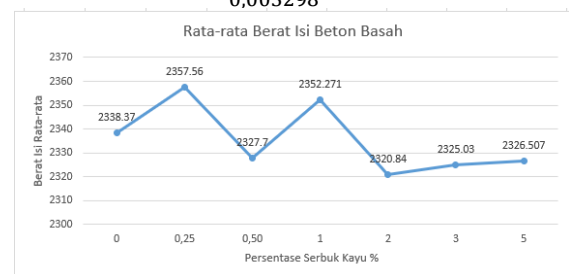
Komposisi	Umur	Volume	Berat	Berat Isi	Berat Isi Rata-rata
%	Hari	m ³	Kg	Kg/ m ³	Kg/ m ³
SK0	7	0,005298	12,392	2338,99	2357,68
SK0	7	0,005298	12,859	2427,14	
SK0	7	0,005298	12,222	2306,91	

Tabel 1. Hasil pengujian berat isi beton basah

SK0	28	0,005298	12,064	2277,09	2319,05
SK0	28	0,005298	12,534	2365,80	
SK0	28	0,005298	12,261	2314,27	
SK0,25	7	0,005298	12,672	2391,85	2376,49
SK0,25	7	0,005298	12,872	2429,60	
SK0,25	7	0,005298	12,228	2308,04	
SK0,25	28	0,005298	12,403	2341,07	2338,62
SK0,25	28	0,005298	12,218	2306,15	
SK0,25	28	0,005298	12,549	2368,63	
SK0,50	7	0,005298	12,394	2339,37	2326,73
SK0,50	7	0,005298	12,290	2319,74	
SK0,50	7	0,005298	12,297	2321,06	
SK0,50	28	0,005298	12,235	2309,36	2328,68
SK0,50	28	0,005298	12,253	2312,76	
SK0,50	28	0,005298	12,524	2363,91	
SK1	7	0,005298	12,336	2424,50	2350,95
SK1	7	0,005298	12,753	2407,13	
SK1	7	0,005298	12,277	2317,29	
SK1	28	0,005298	12372	2335,22	2353,59
SK1	28	0,005298	12,564	2371,46	
SK1	28	0,005298	12,472	2354,10	
SK2	7	0,005298	12,437	2347,49	2295,46
SK2	7	0,005298	12,124	2288,41	
SK2	7	0,005298	11,923	2250,47	
SK2	28	0,005298	12,148	2292,94	2346,23
SK2	28	0,005298	12,599	2378,07	
SK2	28	0,005298	12,544	2367,69	
SK3	7	0,005298	12,427	2345,60	2363,72
SK3	7	0,005298	12,779	2412,04	
SK3	7	0,005298	12,363	2333,52	
SK3	28	0,005298	12,377	2336,16	2286,33
SK3	28	0,005298	11,917	2249,34	
SK3	28	0,005298	12,045	2273,50	
SK5	7	0,005298	12,517	2362,59	2346,61
SK5	7	0,005298	12,512	2361,27	
SK5	7	0,005298	12,268	2315,59	
SK5	28	0,005298	12,226	2307,66	2306,40
SK5	28	0,005298	12,475	2354,66	
SK5	28	0,005298	11,957	2256,89	

Contoh perhitungan berat isi beton basah :

$$\begin{aligned} \text{Berat isi beton} &= \frac{\text{Berat Beton}}{\text{Volume Silinder}} \\ &= \frac{12,398}{0,005298} = 2340,13 \text{ Kg/ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 4. Grafik rata-rata berat isi beton basah

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan dimasukkan kedalam tabel diatas didapatkan pada berat isi beton basah dengan proporsi serbuk kayu 0% nilai rata-rata berat isi sebesar 2338,37 kg/m³, pada proporsi 0,25% mengalami kenaikan dengan nilai rata-rata sebesar sebesar 2357,56 kg/m³, saat proporsi 0,50% berat isi mengalami penurunan dengan nilai rata-rata sebesar 2327,70 kg/m³, pada proporsi 1%

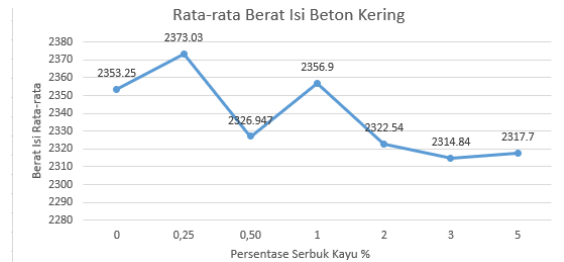
mengalami kenaikan dengan nilai rata-rata 2352,27 kg/m³, saat proporsi 2% mengalami penurunan dengan nilai rata-rata sebesar 2320,84 kg/m³, pada proporsi 3% mengalami kenaikan dengan nilai rata-rata sebesar 2325,03 kg/m³, dan pada saat proporsi 5% berat isi mengalami kenaikan lagi dengan nilai rata-rata sebesar 2326,44 kg/m³, berat isi beton basah tertinggi didapat pada proporsi penambahan serbuk kayu 0,25% dengan nilai rata-rata sebesar 2357,56 kg/m³ dan berat isi beton terendah didapat pada proporsi penambahan serbuk kayu 2% dengan nilai rata-rata sebesar 2320,84 kg/m³.

Tabel 2. Hasil pengujian berat isi beton kering

Komposisi	Umur	Volume	Berat	Berat Isi	Berat Isi Rata-rata
%	Hari	m ³	Kg	Kg/ m ³	Kg/ m ³
SK0	7	0,005298	12,398	2340,13	
SK0	7	0,005298	12,625	2382,97	2364,16
SK0	7	0,005298	12,553	2369,38	
SK0	28	0,005298	12,516	2362,40	
SK0	28	0,005298	12,301	2321,82	2342,33
SK0	28	0,005298	12,412	2342,77	
SK0,25	7	0,005298	12,927	2439,98	
SK0,25	7	0,005298	12,869	2429,03	2396,50
SK0,25	7	0,005298	12,294	2320,50	
SK0,25	28	0,005298	12,571	2372,78	
SK0,25	28	0,005298	12,313	2324,08	2349,57
SK0,25	28	0,005298	12,460	2351,83	
SK0,50	7	0,005298	12,442	2348,43	
SK0,50	7	0,005298	12,521	2264,63	2367,87
SK0,50	7	0,005298	12,672	2391,85	
SK0,50	28	0,005298	11,968	2258,97	
SK0,50	28	0,005298	12,386	2337,86	2286,02
SK0,50	28	0,005298	11,980	2261,23	
SK1	7	0,005298	12,221	2306,72	
SK1	7	0,005298	12,566	2371,84	2349,13
SK1	7	0,005298	12,550	2368,82	
SK1	28	0,005298	12,798	2415,63	
SK1	28	0,005298	11,983	2261,80	2364,67
SK1	28	0,005298	12,803	2416,57	
SK2	7	0,005298	12,675	2392,41	
SK2	7	0,005298	11,596	2188,75	2302,00
SK2	7	0,005298	12,317	2324,84	
SK2	28	0,005298	12,436	2347,30	
SK2	28	0,005298	12,574	2373,35	2343,09
SK2	28	0,005298	12,231	2308,61	
SK3	7	0,005298	12,258	2313,70	
SK3	7	0,005298	12,347	2330,50	2315,28
SK3	7	0,005298	12,194	2301,62	
SK3	28	0,005298	11,972	2259,72	
SK3	28	0,005298	12,501	2359,57	2314,40
SK3	28	0,005298	12,312	2323,90	
SK5	7	0,005298	12,314	2324,27	
SK5	7	0,005298	12,132	2388,64	2325,53
SK5	7	0,005298	12,516	2362,40	
SK5	28	0,005298	11,980	2261,23	
SK5	28	0,005298	12,421	2344,47	2309,87
SK5	28	0,005298	12,312	2323,90	

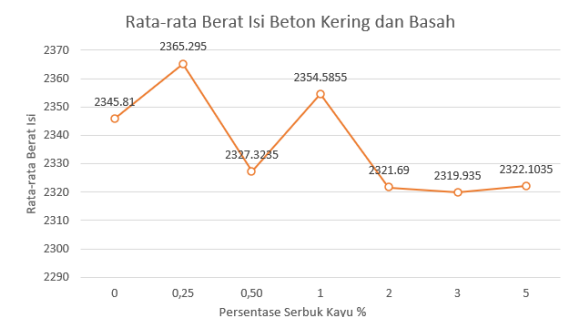
Contoh perhitungan berat isi beton basah :

$$\text{Berat isi beton} = \frac{\text{Berat Beton}}{\text{Volume Silinder}} = \frac{12,398}{0,005298} = 2340,13 \text{ Kg/ m}^3$$



Gambar 5. Grafik rata-rata berat isi beton kering

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan dimasukkan didalam tabel diatas didapatkan pada berat isi beton kering dengan proporsi serbuk kayu 0% nilai rata-rata berat isi sebesar 2353,25 kg/m³, pada proporsi 0,25% mengalami kenaikan dengan nilai rata-rata sebesar 2373,03 kg/m³, saat proporsi 0,50% mengalami penurunan dengan nilai rata-rata sebesar 2326,94 kg/m³, pada proporsi 1% mengalami kenaikan dengan nilai rata-rata sebesar 2356,90 kg/m³, saat proporsi 2% mengalami penurunan dengan nilai rata-rata sebesar 2322,54 kg/m³, pada proporsi 3% mengalami penurunan lagi dengan nilai rata-rata sebesar 2314,84 kg/m³, pada proporsi 5% mengalami kenaikan dengan nilai rata-rata sebesar 2317,70 kg/m³, berat isi beton basah tertinggi didapat pada proporsi penambahan serbuk kayu 0,25% dengan nilai rata-rata sebesar 2357,56 kg/m³ dan berat isi beton terendah didapat pada proporsi penambahan serbuk kayu 3% dengan nilai rata-rata sebesar 2314,84 kg/m³.



Gambar 6. Grafik rata-rata berat isi beton kering dan basah

Dari hasil yang sudah didapatkan diatas bisa dilihat bahwasanya pada beton umur 7 hari dan 28 hari mengalami penurunan dan peningkatan, namun lebih cenderung mengalami penurunan pada berat isi beton basah maupun berat isi beton kering. Hal ini disebabkan karena berat volume serbuk kayu yang lebih ringan dari material-material lainnya, semakin banyaknya

penambahan serbuk kayu yang digunakan maka material lainnya pada beton akan ditempati oleh serbuk kayu yang menyebabkan beton tersebut menjadi lebih ringan (Argo Irlando, Helmy Akbar Bale, 2018). Sehingga pada persentase 2%, 3% dan 5% mengalami penurunan dibandingkan beton dengan bahan tambah serbuk kayu lebih sedikit.

V. KESIMPULAN

Adapun hasil kesimpulan yang telah didapatkan berdasarkan tujuan dan hasil pembahasan yang dilakukan selama penelitian yaitu:

Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwasanya penggunaan serbuk kayu sebagai bahan tambah pada campuran beton alir dapat menurunkan berat isi dari beton itu sendiri, hal ini dikarenakan berat dari volume pada serbuk kayu yang lebih ringan dibandingkan dengan material-material lainnya, sehingga semakin banyak penambahan serbuk kayu yang digunakan pada campuran beton alir maka material lainnya pada beton tersebut akan ditempati oleh serbuk kayu yang menyebabkan beton tersebut jadi lebih ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (1995). ASTM C 117 – 95. *Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No.200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (2001). ASTM C 128 – 01. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. United States : ASTM International.
- ASTM International. (2003). ASTM C 33 – 03. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States : ASTM : International.
- N. Rochmah, B. Sutriyono, M. Beatrix, and D. Pertiwi. (2022), "Pengaruh Abu Sekam Sebagai Substitusi Semen Pada Kuat Tekan Flowing Concrete (Nurul Rochmah ., Bantot Sutriyono ., Michella Beatrix ., Dewi Pertiwi)," vol. 10, no. 1, pp. 19–24. SNI 03-6825-2002. (2002), "Sni 03-6825-2002," Standar Nas. Indones. Metod. Penguji. kekuatan tekan mortar semen Portl. untuk Pekerj. Sipil.
- Rochmah, N., Sutriyono, B., Beatrix, M., & Pertiwi, D. (2022). Pengaruh Abu Sekam Sebagai Substitusi Semen Pada Kuat Tekan Flowing Concrete. 10(1), 19–024.
- Superplasticizer, D. (2018). *Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Pada Campuran Beton dengan Superplasticizer*.