

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TARIK LENTUR BETON MENGUNAKAN SERBUK KAYU SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT HALUS

Jeremia Polopadang

Marthin D. J. Sumajouw, Servie O. Dapas

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : 17021101012@student.unsrat.ac.id

ABSTRAK

Kayu banyak digunakan untuk keperluan manusia, seperti memasak, membuat perabot, bahan bangunan, dan sebagainya. Tidak sedikit dijumpai adanya tempat-tempat atau pabrik-pabrik yang membuat produk dengan kayu sebagai bahan dasar pembuatannya. Pada tempat-tempat tersebut juga sering ditemukan serbuk sisa hasil penggergajian dan pemotongan kayu. Sampai saat ini, pemanfaatan limbah tersebut belum dapat dimaksimalkan, bahkan hanya dibuang maupun dibakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis beton dengan serbuk kayu, yang meliputi kuat tarik lentur, slump flow, dan berat volum beton. Komposisi yang digunakan didapatkan dengan trial mix, dengan variasi penambahan serbuk kayu 0%, 1%, 2,5%, dan 5% dari berat agregat halus. Hasil uji kuat tarik lentur terbesar dengan umur 28 hari didapatkan pada persentase beton mix 0% dengan nilai 5,13 MPa.

Kata Kunci: beton, serbuk kayu, kuat lentur, slump, berat volume.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kayu banyak digunakan untuk keperluan manusia, seperti memasak, membuat perabot, bahan bangunan, dan sebagainya. Tidak sedikit dijumpai adanya tempat-tempat atau pabrik-pabrik yang membuat produk dengan kayu sebagai bahan dasar pembuatannya. Pada tempat-tempat tersebut juga sering ditemukan serbuk sisa hasil penggergajian dan pemotongan kayu. Sampai saat ini, pemanfaatan limbah tersebut belum dapat dimaksimalkan, bahkan hanya dibuang maupun dibakar.

Pembangunan infrastruktur yang makin hari makin pesat tentunya menjadi tantangan bagi insinyur masa kini. Dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendukung untuk terus berinovasi dalam dunia teknik sipil. Baik dari segi biaya, waktu, maupun mutu.

Sebagai material yang mudah dibentuk, beton sering dipakai sebagai penyusun komponen elemen struktur. Banyak penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan mutu dari beton. Usaha untuk meningkatkan mutu dan kinerja dari beton diantaranya adalah menambahkan serat atau zat aditif ke dalam campuran beton.

Kayu merupakan salah satu material dengan kadar selulosa yang tinggi. Pada serbuk kayu

terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus Gargulak (2001).

Penelitian Terdahulu

Saifuddin (2013) Kuat tekan beton meningkat setelah penambahan campuran serbuk kayu sebanyak 5 gr/kubus yaitu sebesar 138,90 Kg/cm², terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 1,08% dibanding beton sebelum penambahan serbuk kayu yang mempunyai kuat tekan beton 127,78 Kg/cm².

Siswadi (2007) Kuat desak tertinggi dicapai oleh beton dengan penambahan serbuk kayu sebesar 1 kg/m³, dengan nilai kuat desak sebesar 27,1 MPa atau terjadi peningkatan sebesar 3,1 % dibandingkan dengan beton normal, yang memiliki kuat desak 26,293 MPa.

Devi (2021) Hasil pengujian di Laboratorium kuat lentur beton yaitu: 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% didapatkan nilai rata-rata 7,242 MPa, 8,579 MPa, 9,423 MPa, dan 12,446 MPa. Semakin banyak tambahan serbuk arang kayu dengan

maksimal persentase tambahan 7,5% cenderung mengurangi porositas beton.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, penulis ingin melakukan penelitian tentang beton dengan menambahkan serbuk kayu, terhadap kuat tarik lentur.

Batasan Masalah

Berikut batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, agregat kasar, agregat halus, air dan serbuk kayu.
2. Agregat Kasar dan Agregat Halus menggunakan agregat lokal.
3. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Rekayasa Material dan Struktur Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.
4. Persentase serbuk kayu hanya sebatas 1%, 2,5%, dan 5% dari berat agregat halus.
5. Serbuk kayu dari hasil penggergajian dan pemotongan kayu cempaka, besi dan nyatoh yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm).
6. Cetakan beton yang digunakan adalah balok berukuran panjang 40 cm, lebar 10 cm dan tinggi 10 cm
7. Pengujian kuat tarik lentur dilakukan pada umur 28 hari.
8. Pengujian tidak untuk melihat perubahan kimiawi.
9. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan.
10. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perilaku beton terhadap penambahan serbuk kayu pada variasi persentase yang berbeda dari berat agregat halus.
2. Mengetahui nilai kuat tarik lentur dari beton yang dihasilkan dengan penambahan serbuk kayu.
3. Mengetahui perbedaan dari penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan informasi tentang beton dengan penambahan serbuk kayu.

LANDASAN TEORI

Beton

Beton adalah suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen dan air.

Penyusun Beton

1. Agregat
Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. Dua jenis agregat adalah: agregat kasar (kerikil, batu pecah, atau pecahan-pecahan dari blast furnace) dan agregat halus (pasir alami dan buatan).
2. Air
Di dalam campuran beton, air mempunyai dua fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua sebagai pelincir campuran kerikil, pasir, dan semen agar memudahkan pencetakan.
3. Semen
Semen Portland atau biasa disebut semen adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih Kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004). Bahan baku pembuat semen adalah bahan-bahan yang mengandung kapur, silikat, alumina, oksida, besi dan oksida lainnya. Jika semen dicampur dengan air, dalam beberapa waktu dapat menjadi keras. Campuran semen dengan air tersebut dinamakan pasta semen.

Serbuk Kayu

Serbuk kayu adalah sisa-sisa dari pengolahan kayu yang dapat digunakan sebagai bahan tambah untuk kuat tekan maupun tarik beton.

Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok yang diletakan pada kedua perletakan untuk menahan gaya tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji patah dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya per satuan luas (SNI 4431:2011).

Dalam SNI 03-2847-2002, dijelaskan bahwa untuk beton dengan beban normal yang tidak menggunakan tulangan, nilai modulus keruntuhan dapat diperoleh dari rumus sebagai berikut

$$f_r = 0.7 \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots$$

Dimana :

f_r = Modulus Keruntuhan/kuat lentur batas (MPa)

f'_c = Kuat Tekan Beton (MPa)

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan alat dan bahan, pemeriksaan agregat, perencanaan campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada.

Dimensi Benda Uji

Dalam penelitian ini, dimensi benda uji untuk pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder dengan tinggi 20 cm dan diameter 10 cm sedangkan dimensi benda uji untuk pengujian kuat tarik lentur berbentuk balok (10 x 10 x 40) cm.

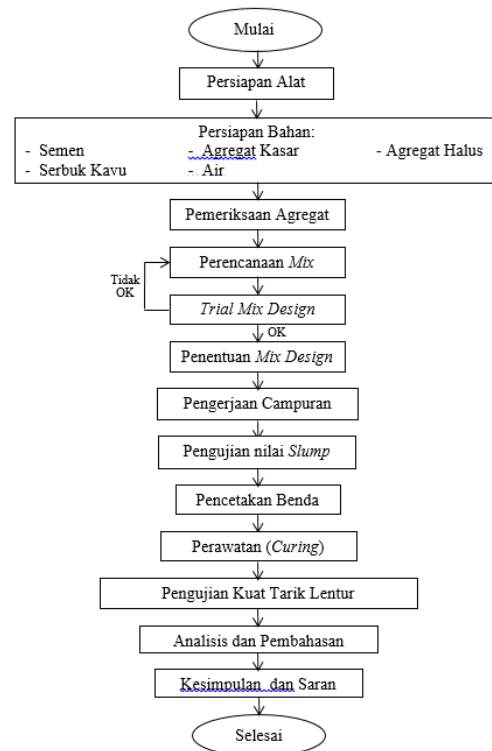
Langkah-langkah penelitian

1. Persiapan peralatan dan persiapan material agregat kasar, agregat halus, semen, air dan serbuk kayu. Selanjutnya pada tahap kedua agregat kasar dan agregat halus dilakukan pemeriksaan sesuai dengan aturan ASTM dan SNI.
2. Perhitungan perencanaan campuran beton *trial* adalah berdasarkan penelitian yang sudah pernah ada.

3. Setelah didapatkan komposisi campuran beton dari hasil *trial mix*, diambil persentase penggunaan serbuk kayu dari berat agregat halus benda uji balok sebesar 1%; 2,5%; dan 5%.
4. Pencampuran beton dilakukan dengan memasukan kerikil, pasir, serbuk kayu dan semen secara bertahap ke dalam molen.
5. Setelah poin 4 telah tercampur rata, air dimasukan ke dalam molen sedikit demi sedikit dan lakukan pengujian *slump*.
6. Campuran beton yang telah diuji kemudian dimasukan ke dalam cetakan yang telah diolesi oli.
7. Setelah beton mengeras dalam waktu 24 jam, cetakan dilepas dan ditimbang untuk mengetahui berat volume beton.
8. Benda uji di *curing* selama 28 hari.
9. Setelah 28 hari, benda uji dikeluarkan dari bak *curing*, dikeringkan.
10. Lakukan pengujian kuat tarik lentur.
11. Analisa dan pembahasan.
12. Kesimpulan dan saran.

Diagram Alir Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian tersebut di visualisasikan dalam diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran

Berdasarkan hasil *trial mix* yang telah dilakukan, maka dipakai komposisi campuran sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi campuran pada persentase beton mix 0%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	336.066	5,34
Air	223.935	3,6
Agregat Kasar	837.543	13,3
Agregat Halus	807.915	12,8
Serbuk Kayu	0	0

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 2. Komposisi campuran pada persentase beton mix 1%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	336.066	5,34
Air	223.935	3,6
Agregat Kasar	837.543	13,3
Agregat Halus	799.835	12,7
Serbuk Kayu	8.079	0,128

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 3. Komposisi campuran pada persentase beton mix 2,5%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	336.066	5,34
Air	223.935	3,6
Agregat Kasar	837.543	13,3
Agregat Halus	787.717	12,5
Serbuk Kayu	20.198	0,32

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4. Komposisi campuran pada persentase beton mix 5%

Campuran Beton	kg/m ³	kg
Semen	336.066	5,34
Air	223.935	3,6
Agregat Kasar	837.543	13,3
Agregat Halus	767.519	12,2
Serbuk Kayu	40.396	0,64

Sumber: Hasil Penelitian

Pemeriksaan Nilai Slump

Nilai *slump* SCC dapat dilihat pada table. Hasil pemeriksaan nilai *slump*

Tabel 5. Nilai slump

Persentase Serbuk Kayu (%)	Nilai Slump (cm)
0	8,5
1	10,0
2,5	11,0
5	6,5

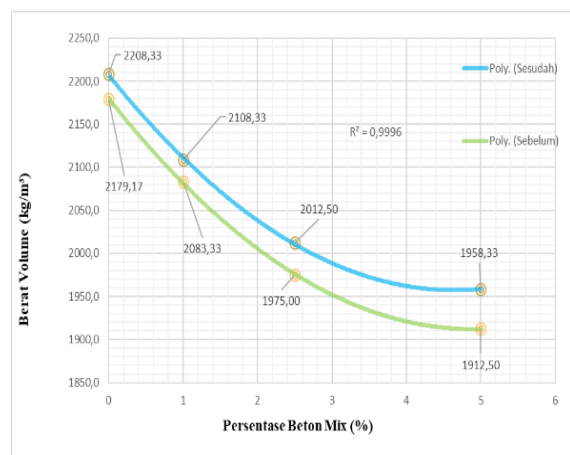
Dari tabel dapat dilihat bahwa untuk persentase beton mix 0%, 1%, 2,5% memiliki nilai slump beton normal. Sedangkan pada persentase beton mix 5% memiliki tingkat workability yang kurang baik. Serbuk kayu mempengaruhi rasio air dan semen.

Berat Volume Beton

Berat volume adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Hasil perhitungan berat volume beton yang didapatkan pada umur 1 hari dan 28 hari dapat dilihat dibawah.

Tabel 6. Berat volume rata-rata *self compacting concrete* untuk benda uji silinder

Persentase Serbuk Kayu (%)	Berat Volume (kg/m ³)	
	Sebelum rendam	Sesudah rendam
0,0	2179,17	2208.33
1,0	2083,33	2108.33
2,5	1975,00	2012.50
5,0	1912,50	1958.33



Gambar 2. Grafik Berat volume rata-rata *self compacting concrete* untuk benda uji silinder

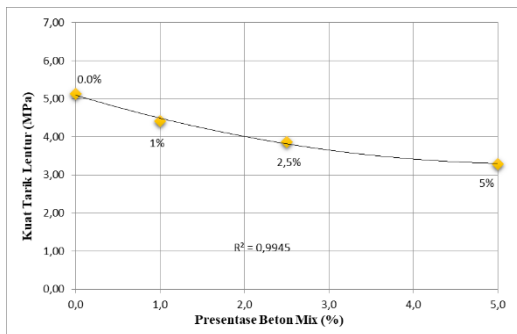
Berdasarkan tabel dan grafik di atas, berat volume beton mengalami penurunan seiring

bertambahnya persentase serbuk kayu. Berat volume rata-rata terbesar untuk benda uji balok terdapat pada presentase beton mix 0% yaitu sebesar 2179,17 kg/m³.

Pemeriksaan Kuat Tarik Lentur

Nilai kuat tarik lentur rata-rata beton pada umur 28 hari.

Persentase Beton Mix (%)	Kuat Tarik Lentur rata-rata (MPa)
0,0	5,13
1,0	4,41
2,5	3,87
5,0	3,29



Gambar 3. Grafik kuat tarik lentur yang didapat pada umur beton 28 hari

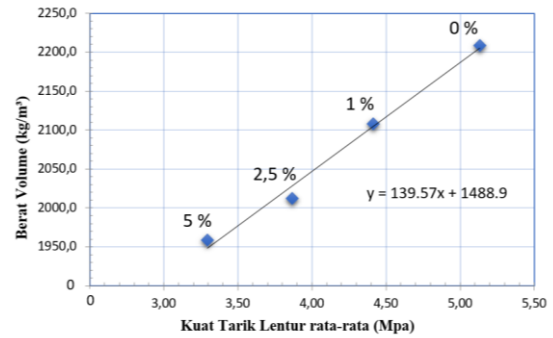
Dari tabel dan gambar di atas, nilai kuat tarik lentur mengalami penurunan. Nilai kuat tarik lentur terbesar terdapat pada persentase beton mix 0% dengan nilai 5,13 MPa.

Hubungan antara Kuat Tarik Lentur dengan Berat Volume Beton

Hubungan kuat tarik lentur dan berat volume beton pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

Persentase Beton Mix (%)	Berat Volume (kg/m ³)	Kuat Tarik Lentur rata-rata (Mpa)
0	2208.33	5.13
1	2108.33	4.41
2.5	2012.50	3.87
5	1958.33	3.29

Sumber: Hasil Penelitian



Berdasarkan tabel dan gambar diatas, nilai kuat tarik lentur dan nilai berat volume terbesar terdapat pada persentase beton mix yang sama yaitu pada persentase 0%.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Pada persentase serbuk kayu 0% dan 1%, beton segar memenuhi slump rencana (7,5 – 10 cm), tidak terjadi segregasi maupun *bleeding*. Sedangkan pada persentase 2,5% dan 5% nilai slump tidak sesuai slump rencana.
2. Berat volume rata-rata beton umur 28 hari menurun seiring bertambah persentase serbuk kayu. Berat tertinggi berada pada persentase 0% dengan nilai 2208,33 kg/m³, sedangkan berat terendah pada persentase 5% dengan nilai 1958,33 kg/m³ dan masih dikategorikan sebagai beton normal.
3. Nilai kuat tarik lentur rata-rata beton umur 28 hari yang terbesar terdapat pada persentase beton mix 0% dengan nilai 5,13 MPa. Pada persentase 1%; 2,5%; dan 5% didapatkan nilai sebesar 4,41 MPa, 3,87 MPa, dan 3,29 MPa.

Saran

1. Saat mencetak benda uji, permukaan beton harus dijaga tetap rata agar saat pengujian hasil yang didapatkan semakin akurat.
2. Material yang digunakan sebaiknya disimpan di tempat yang kering dan terhindar dari hujan.
3. Perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai perbedaan dari jenis kayu yang dipakai

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C33 / C33M – 08. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. United States.
- ASTM C127 – 88. 2001. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. United States.
- ASTM C 192. *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*. United States.
- ASTM C 494 – 82. *Chemical Admixtures for Concrete*. United States.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 4431:2011. *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2495-1991. *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*. Jakarta.
- Devi Purnomo, 2021. *Tinjauan Kuat Tekan, Kuat Lentur, Dan Porositas Beton Ditambah Serbuk Arang Kayu Pada Campuran Beton*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Gargulak, J.D, Bushar, L.L. & Sengupta, A.K. 2001. Ammoxidized lignosulfonate cement dispersant, US-Patent: US 6,238,475 B1.
- Saifuddin, Muhammad., 2013. *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu terhadap Kuat Tekan Beton*. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
- Siswadi, Alfeatra Rapa, Dhian Puspitasari, 2007. *Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Sisa Penggergajian Terhadap Kuat Desak Beton*. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Sumajouw, D. M. J., & Dapas, S. O., 2013, *Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolymer*, Andi, Yogyakarta.