

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KULIT BAMBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Salsa Fitri¹, Mhd. Rahman Rambe², Rizky Febriani Pohan³

¹Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan

ABSTRAK

Penggunaan serat kulit bambu dalam campuran beton merupakan salah satu inovasi untuk menghasilkan beton yang lebih ramah lingkungan. Serat kulit bambu dipilih karena berasal dari bahan alami yang mudah diperoleh dan dapat diperbarui, sehingga mendukung konsep pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton yang dihasilkan dari penambahan serat kulit bambu sebagai pengganti sebagian agregat halus pada umur 28 hari dengan variasi 2,50 % dan 5,00 %, serta membandingkan hasil kuat tekan beton dengan beton normal tanpa penambahan serat kulit bambu. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serat kulit bambu terhadap kuat tekan beton, apakah dapat meningkatkan atau justru menurunkan kekuatan beton yang dihasilkan, sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam penerapan serat kulit bambu pada campuran beton di lapangan. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kulit bambu sebagai pengganti sebagian agregat halus pada beton menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah dibanding beton normal. Pada umur 28 hari, kuat tekan beton dengan variasi 2,50 % adalah 8,27 N/mm² dan variasi 5,00 % adalah 7,10 N/mm², sedangkan beton normal mencapai 10,00 N/mm². Perbandingan penurunan kuat tekan pada variasi 2,50% sebesar 17,30 % dan variasi 5,00 % sebesar 29,00 % dibanding beton normal. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat kulit bambu belum memberikan hasil yang baik, karena semakin tinggi persentasenya maka semakin besar penurunan kuat tekan beton yang terjadi.

Kata Kunci : Serat Kulit bambu, Agregat Halus, Agregat Kasar

PENDAHULUAN

Penggunaan serat kulit bambu dalam campuran beton merupakan salah satu inovasi untuk menghasilkan beton yang lebih ramah lingkungan. Serat kulit bambu dipilih karena berasal dari bahan alami yang mudah diperoleh dan dapat diperbarui, sehingga mendukung konsep pembangunan berkelanjutan. Penambahan serat bambu ke dalam campuran beton didasarkan pada berbagai prinsip, termasuk material komposit, mekanika retak dan efektivitas serat, yang semuanya berkontribusi pada peningkatan sifat mekanik beton. Dari segi efektivitas serat, keberadaan serat dalam campuran beton tidak hanya meningkatkan fleksibilitas, tetapi juga ketangguhan material, menjadikannya lebih tahan

terhadap deformasi dan variasi lingkungan. Namun, penting untuk mencermati jumlah serat yang digunakan dalam campuran; jika terlalu banyak, serat dapat mengurangi homogenitas, meningkatkan porositas, dan berpotensi menurunkan kekuatan tekan beton. Oleh karena itu, pemanfaatan serat bambu dalam beton bertujuan untuk meningkatkan performa struktural sambil menjaga keseimbangan antara kekuatan dan kemudahan dalam pengolahan campuran, memastikan beton tidak hanya kuat tetapi juga dapat diolah dengan baik. Ketertarikan terhadap teknologi penambahan serabut, seperti serat bambu dan serat alami lainnya dalam campuran beton, semakin meningkat karena

kebutuhan akan material yang lebih ramah lingkungan. Dengan menggunakan serabut alami, kita dapat mengurangi ketergantungan pada bahan sintesis dan menurunkan jejak karbon, karena serat alami adalah sumber yang terbarukan. Selain meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton terhadap retak, serabut ini juga mengurangi kebutuhan perawatan, sehingga memperpanjang umur bangunan. Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pembangunan berkelanjutan, teknologi penambahan serabut menawarkan peluang besar untuk menciptakan material konstruksi yang efisien dan ramah lingkungan.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Beton di dapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran dan kondisi perawatan pengerasannya (Dipohusodo, 1996).

Pada umumnya, "Beton mengandung rongga udara sekitar 1 % - 2 %, pasta semen (semen dan air) sekitar 25 % - 40 %, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60 % - 75 %" (Mulyono, 2005). Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton

telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari.

Klasifikasi tersebut didasarkan pada suatu pendekatan yang umum dipergunakan, yaitu berdasarkan karakteristik kuat tekan beton. Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan kerikil sebagai agregat kasar dan mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³-2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15-40 MPa (Mulyono, 2005).

2.2. Bahan Penyusun Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya, sehingga untuk mempelajari dan memahami perilaku beton, diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing pembentuknya. Bahan pembentuk beton terdiri dari campuran air, semen sebagai pengikatnya dan agregat (agregat halus dan kasar).

1. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang diperlukan untuk bereaksi kimia dengan semen yang memungkinkan untuk terjadinya pengikatan dan pengerasan dan menjadi pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan (Kardiyono, 1989). Reaksi air dan semen akan menghasilkan pasta semen yang berfungsi sebagai pengikat antar agregat. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25 % dari berat semen. Fungsi air di dalam campuran beton, yaitu:

- a. Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
- b. Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen.
- c. Penting untuk mencairkan bahan atau material semen keseluruh permukaan agregat.
- d. Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia.

- e. Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

Air yang digunakan dalam pembuatan beton harus memenuhi syarat-syarat standar yang telah ditentukan. Menurut SK SNI S-04-1989-F syarat-syaratnya adalah :

- a. Air harus bersih, tidak berwarna dan tidak berbau.
- b. Kandungan garam dan zat organik dalam air tidak lebih dari 15 gram/liter, karena dapat merusak beton.
- c. Kadar lumpur atau zat-zat lain yang terkandung dalam air tidak boleh dari 2 gram/liter.
- d. Tidak mengandung klorida lebih dari 0,50 gram/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2. Semen

Semen adalah hasil industri dari perpaduan bahan baku batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempunung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk, tanpa memandang proses pembuatannya yang mengeras atau membantu pada pencampuran dengan air. Fungsi utama semen dalam beton ialah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat yang akan mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat. Persentase kandungan semen dalam beton yaitu 10 % dari berat campuran beton, walaupun hanya 10 % tapi semen sangat penting karena semen berfungsi untuk mengikat agregat halus dan agregat kasar pada beton.

3. Agregat kasar

Agregat kasar adalah batuan yang mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Menurut asalnya agregat kasar dibedakan atas 2 macam yaitu kerikil (dari batuan alam) dan

kricak (dari batuan alam yang dipecah). Batu pecah adalah agregat kasar yang diperoleh dari batu alam yang dipecah baik menggunakan mesin pemecah batu ataupun dipecah secara alami menggunakan palu yang mempunyai ukuran 5 mm-70 mm. Menurut ukurannya, batu pecah dapat dibedakan atas :

- a. Ukuran butir : 5-10 mm disebut kricak halus.
- b. Ukuran butir : 10-20 mm disebut kricak sedang.
- c. Ukuran butir : 20-40 mm disebut kricak kasar.
- d. Ukuran butir : 40-70 mm disebut kricak kasar sekali.
- e. Ukuran butir : > 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop.

Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton memiliki syarat-syarat yang harus dipenuhi. Menurut SK SNI S-04-1989-F syarat-syarat tersebut adalah :

- a. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori
- b. Bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca
- c. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % apabila kadar lumpur lebih dari 1 % maka agregat kasar harus dicuci.
- d. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm.

4. Agregat halus

Agregat halus adalah pasir yang didapat dari pelapukan batuan secara alami atau pasir yang dihasilkan dari pemecahan batu yang semua butirannya menembus ayakan dengan lubang 4,75 mm. Agregat halus dalam beton berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga antara agregat kasar. Modulus kehalusan agregat halus didefinisikan sebagai jumlah persentase kumulatif dari butir agregat yang tertinggal diatas ayakan (9.50, 4.75, 2.36, 1.19, 0.99, 0.59, 0.30, 0.15 mm) kemudian nilai tersebut dibagi seratus.

Syarat-syarat agregat halus (pasir) dalam Mulyono (2004) sebagai bahan material pembuatan beton sesuai dengan ASTM C 33, yaitu :

- a. Material dari bahan alami dengan kekasaran permukaan yang optimal sehingga kuat tekan beton besar.
- b. Butiran tajam, keras, awet (*durable*) dan tidak bereaksi dengan material beton lainnya.
- c. Berat jenis agregat tinggi yang berarti agregat padat sehingga beton yang dihasilkan padat dan awet.
- d. Gradasi sesuai spesifikasi dan hindari *gap graded aggregate* karena akan membutuhkan semen lebih banyak untuk mengisi rongga.
- e. Bentuk yang baik adalah bulat, karena akan saling mengisi rongga dan jika ada bentuk yang pipih dan lonjong dibatasi maksimal 15 % berat total agregat. Pemeriksaan agregat halus perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan dan juga dilakukan untuk mengetahui apakah agregat halus ini memenuhi persyaratan atau tidak.

Ada beberapa pemeriksaan agregat halus yang perlu dilakukan sebelum agregat itu dipergunakan, yaitu sebagai berikut :

- a. Kadar Lumpur Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %. Yang dimaksud lumpur adalah bagian yang lolos saringan 200 mm atau bagian-bagian yang dapat dilalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5 % maka agregat halus harus dicuci.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak. Hal ini dapat di buktikan dengan menggunakan cairan NaOH. Agregat halus yang tidak memenuhi syarat ini juga dapat dipakai, asalkan kuat tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % dari kekuatan adukan agregat yang sama.
- c. Berat Jenis Agregat Halus Pengujian berat jenis agregat halus dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus/pasir.

Gradasi Pasir atau Modulus Halus Butir Agregat Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butir pasir. Bila butir-butir pasir mempunyai ukuran yang sama volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi lebih sedikit, dengan

kata lain kemampatannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai presentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah 9,60; 4,80; 2,40; 1,20; 0,60; 0,30; dan 0,15 mm.

Adapun kalsifikasi distribusi ukuran butiran agregat halus dapat dibagi menjadi empat daerah atau zona, yaitu zona I (kasar), zona II (agak kasar), zona III (agak halus) dan zona IV (halus), sebagaimana tampak pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 1. Batas-Batas Gradasi Agregat Halus (Mulyono, 2004)

Ukuran Saringan (mm)	Peresentase Berat Butir yang Lolos Saringan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

5. Serat Kulit Bambu

Serat kulit bambu adalah bahan alami yang diperoleh dari lapisan luar batang bambu. Serat ini memiliki sifat mekanis yang baik, seperti kekuatan tarik tinggi dan fleksibilitas, sehingga sering digunakan sebagai bahan penguat (reinforcement) dalam beton. Penggunaan serat kulit bambu dalam beton bertujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap retak, kelelahan, dan benturan. Selain itu, serat kulit bambu juga ramah lingkungan karena merupakan bahan alami yang dapat diperbarui. Menurut Nugroho dan Pratama (2019), penambahan serat kulit bambu dapat meningkatkan kekuatan tarik beton hingga 20 %.

Menurut SNI 03-2458-2002, serat alami seperti kulit bambu harus memenuhi persyaratan tertentu, seperti kekuatan tarik minimal dan ketahanan terhadap degradasi. Dengan perlakuan yang tepat, serat kulit bambu dapat menjadi alternatif yang efektif dan ramah lingkungan untuk meningkatkan performa beton.

2.3. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan

benda uji dapat hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Nilai kuat tekan beton menjadi parameter utama untuk mengenali suatu kinerja beton, hal ini dikarenakan kuat tekan beton dapat mengidentifikasi mutu pada sebuah struktur.

Menurut Tjokrodinuljo (2007), semakin tinggi tingkat kekuatan suatu struktur, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan maksimum f_c' dengan satuan kg/cm^2 atau MPa. Nilai kuat tekan beton umumnya relatif lebih tinggi daripada kuat tariknya, oleh karena itu untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya meninjau kuat tekan betonnya saja. Menurut Tjokrodinuljo (1996), faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan di antaranya :

1. Faktor air semen (Fas)

Adalah perbandingan berat antara air dengan semen dalam suatu campuran beton. Dalam pencampuran terdapat nilai fas yang optimum, terlalu sedikit (kecil) nilai fas-nya berakibat semen beraksi kurang sempurna kurang sempurna sehingga daya

ikat kurang, kurang sempurnanya reaksi maupun kurang padatnya adukan beton mengakibatkan beton yang ada lemah dan berongga yang mengakibatkan kekuatannya berkurang. Sedangkan nilai Fas yang terlalu tinggi mengakibatkan sulit dalam pencetakan *paving block*, berkurangnya ketahanan abrasi, kuat tekan dan tarik. Fas yang umum digunakan ialah 0,35 dari berat semen.

2. Umur beton

Umur beton berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Berdasarkan penelitian umur beton untuk mencapai kuat desak maksimumnya adalah 28 hari, namun umur ini dapat bervariasi (lebih atau kurang 28 hari) yang disebabkan jenis material atau bahan tambahan dari suatu campuran. Umur beton juga dipengaruhi faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air semen akan lambat kenaikan kekuatan betonnya dan sebaliknya.

3. Jumlah semen

Semen berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat yang terdapat dalam suatu campuran. Semen ditambah air bereaksi menjadi pasta, semakin sedikit pasta maka berakibat banyak rongga antar agregat sehingga daya ikatnya berkurang. Hal ini berakibat kuat tekan beton menjadi rendah.

4. Jenis semen

Semen *portland* dalam pembuatan beton terdiri dari beberapa jenis. Masing-masing jenis semen *portland* mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras dan sebagainya, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekannya.

5. Sifat agregat

Agregat terdiri dari agregat halus (pasir) dan kasar (krikil). Pengujian *compression test* atau uji

tekan merupakan sebuah pengujian dengan cara memberikan tekanan pada benda uji hingga batas dari maksimal benda uji tersebut dalam menahan beban. Menurut Ryan et al (2013) untuk beton yang sudah mengeras, pengujian yang paling sering dilakukan adalah uji kuat tekan. Pengujian ini mudah untuk dilaksanakan. Cara perhitungan dari metode *compression test* yang digunakan sebagai berikut (SNI, 2011).

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :

σ = Kuat tekan (MPa)

P = Besar beban tekan (N)

A = Luas penampang beton (mm²)

Pengujian dengan *Compression test* merupakan standar pengujian untuk mengetahui kualitas beton secara keseluruhan yang cara pengujiannya dilaksanakan di laboratorium.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium, di mana beton dengan variasi proporsi serat kulit bambu dibuat dan diuji di laboratorium. Pemilihan desain ini didasarkan pada kebutuhan untuk mengontrol kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembaban, serta memastikan keakuratan hasil pengujian. Dalam penelitian ini, variabel independen (proporsi serat kulit bambu) diubah dalam beberapa level (0 %, 2,5 % dan 5 %), sedangkan variabel dependen (kuat tekan beton) diukur menggunakan mesin uji tekan. Selain itu, variabel kontrol seperti jenis semen, gradasi agregat, dan faktor air semen (FAS) dijaga tetap untuk memastikan bahwa perubahan kuat tekan beton hanya dipengaruhi oleh penambahan serat kulit bambu.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, di Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan, yang berlokasi di Kampus II Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan Jl.H.T.Rizal Nurdin, Sihitang Kecamatan Padangsidempuan Tenggara. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan peralatan laboratorium yang memadai, seperti mesin uji tekan, alat pengaduk beton, dan peralatan pendukung lainnya yang diperlukan untuk pembuatan dan pengujian sampel beton. Laboratorium ini juga memiliki fasilitas yang memungkinkan pengontrolan kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembaban, sehingga memastikan akurasi hasil pengujian.

Waktu penelitian 4 bulan, dimulai dari bulan Maret hingga Juli 2025. Tahapan penelitian meliputi persiapan bahan, pembuatan sampel beton, proses curing, pengujian kuat tekan, dan analisis data. Jadwal penelitian dirancang sedemikian rupa untuk memastikan setiap tahapan dapat diselesaikan dengan baik tanpa terburu-buru, sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Material campuran beton harus memiliki ukuran butir serta kandungan lumpur dan air yang sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Benda uji yang dicetak pada penelitian ini dibuat dengan menggunakan cetakan silinder dengan ukuran 15 cm dan tinggi 30 cm. Silinder beton tersebut dirawat direndam di dalam air bersih dan kemudian diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari. Pengujian agregat dalam penelitian ini meliputi pengujian agregat kasar dan agregat halus pada campuran beton. Adapun pengujian agregat kasar meliputi pengujian kadar air, berat isi, pengujian kadar lumpur dan analisa saringan. Sedangkan pengujian agregat halus meliputi : pengujian kadar air, berat isi, pengujian kadar lumpur dan analisa saringan.

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

1.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan di

Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kulit bambu terhadap kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, variasi campuran yang diuji adalah beton dengan penambahan serat kulit bambu sebesar 2,50 % dan 5,00 % dari berat pasir beton normal. Sampel beton dicetak dalam bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Setelah pencetakan, dilakukan perawatan (curing) dan pengujian beton pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari menggunakan mesin uji kuat tekan beton hingga mencapai batas maksimum, yang dibuktikan dengan kondisi beton yang pecah dan nilai kuat tekan yang menurun.

Sebelum melakukan pengujian kuat tekan beton, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk memastikan kualitas material dan campuran beton sesuai standar yang ditetapkan. Tahapan tersebut meliputi: pengujian kadar lumpur, analisa saringan, Pembuatan Job Mix Design, pembuatan benda uji, pengujian slump test, Pengujian kuat tekan beton.

Pengujian kadar lumpur bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan lumpur dalam pasir yang digunakan sebagai agregat halus. Kandungan lumpur yang tinggi dapat mengganggu ikatan antara semen dan agregat, sehingga menurunkan kuat tekan beton. Metode pengujian dilakukan dengan cara mengendapkan lumpur dalam tabung ukur, lalu dihitung persentasenya terhadap total tinggi agregat halus. Data yang diperoleh saat melakukan pengecekan kadar lumpur adalah :

$$\begin{aligned} \text{Pasir} + \text{Air} (V_1) &= 18.00 \text{ cm} \\ \text{Tinggi Lumpur} (V_2) &= 0.75 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dengan data tersebut maka dapat dihitung tinggi lumpur dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= (V_2 / (V_1 + V_2)) \times 100 \% \\ &= (0.75 / (18 + 0.75)) \times 100 \% \\ &= 4.20 \% \end{aligned}$$

Slump test bertujuan untuk mengetahui workability atau kelecakan campuran beton segar yang digunakan pada penelitian ini. Workability merupakan tingkat kemudahan beton saat dicampur, diaduk, diangkut, dituang ke dalam cetakan dan dipadatkan tanpa mengalami segregasi. Setelah diperoleh tinggi beton setelah dilepas kerucut Abramas, maka nilai slump test dapat diperoleh, sebagai berikut :

- Tinggi kerucut abramas
 $= 30 \text{ cm}$
- Tinggi beton setelah dilepas

$$\begin{aligned} \text{kerucut abramas} &= 22,2 \text{ cm} \\ \text{Nilai Slump Test} &= \\ \text{Tinggi cetakan} - \text{Tinggi benda uji} &= 30 \text{ cm} - \\ &22,2 \text{ cm} \\ &= 7,8 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dari hasil percobaan Slump Test diatas didapat nilai Slump Normal = 7,8 cm.

Dengan cara yang sama dengan perhitungan diatas, maka dapat diperoleh nilai *Slump Test* pada variasi 2,50 % dan 5 %. Untuk hasilnya dapat kita lihat pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Pengujian Slump Test

No	Beton Variasi	Hasil Pengujian Slump			
		I	II	III	Rata-Rata
1	Normal	7,8	7,5	7,2	7,5
2	Variasi 2,50%	8,5	7,4	7,3	7,7
3	Variasi 5 %	8,4	8,3	8,1	8,2

1.2. Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton perlu dilakukan untuk memastikan beton siap digunakan untuk berbagai jenis proyek konstruksi. Dalam penelitian ini pengujian beton keras yang dilakukan ialah pengujian kuat tekan beton. Kuat tekan beton sendiri adalah

besarnya persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton dapat hancur apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan. Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal yang telah dilakukan maka didapat hasil penelitian seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Gaya Tekan Beton Normal Berdasarkan Umur Beton

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Massa Benda Uji (Kg)	Dimensi		Gaya Tekan (N)
				L (mm)	D (mm)	
1	Normal	7	11745	300	150	120000
2	Normal	7	11885	300	150	125500
3	Normal	14	11785	300	150	135000
4	Normal	14	11760	300	150	132500
5	Normal	21	11750	300	150	165500
6	Normal	21	11765	300	150	167500
7	Normal	28	11450	300	150	175500
8	Normal	28	11560	300	150	177650

Berdasarkan Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa nilai gaya tekan beton dengan pencampuran normal pada umur 28 hari lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pencampuran beton normal pada umur 21, 14 dan 7 hari. Semakin tinggi nilai kuat tekan beton normal maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Pada pengujian kuat tekan beton diperoleh beban maksimum yaitu saat benda uji mengalami keruntuhan akibat penerimaan beban dalam perhitungan nilai kuat tekan beton silinder. Adapun nilai kuat tekan beton dan nilai kuat tekan beton rata rata dapat kita lihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Nilai Kuat Tekan Beton Rata - Rata Normal

N o	Kode Benda Uji	Umur Benda Uji	Massa Benda Uji (kg)	Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm ²)
1	Normal	7	11745	17662.5	120000	6.79	6.95
2	Normal	7	11885	17662.5	125500	7.11	
3	Normal	14	11785	17662.5	135000	7.64	7.57
4	Normal	14	11760	17662.5	132500	7.50	
5	Normal	21	11750	17662.5	165500	9.37	9.43
6	Normal	21	11765	17662.5	167500	9.48	
7	Normal	28	11450	17662.5	175500	9.94	10.00
8	Normal	28	11560	17662.5	177650	10.06	

Berdasarkan Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa hasil nilai kuat tekan beton normal rata-rata umur 7 hari sebesar 6,95 MPa, umur 14 sebesar 7,57 Mpa, umur 14 sebesar 9,43 MPa dan nilai rata-rata beton normal umur 28 hari sebesar 10,00 MPa.

1.3. Hasil Dan Analisa Pengujian Beton Variasi 2,50 % dan Variasi 5,00 %

Pengujian kuat tekan beton dengan penambahan biji karet sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan variasi campuran 2,50 % dan 5,00 % dilakukan untuk melihat apakah kuat tekannya sama dengan kuat tekan beton normal. Dari pengujian beton yang telah dilakukan didapat hasil dan nilai pengujian beton variasi campuran cincangan kulit bambu terhadap kuat tekan f_c' seperti Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Gaya Tekan Beton dengan Variasi 2,50 % Berdasarkan Umur Beton

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Massa Benda Uji (Kg)	Dimensi		Gaya Tekan (N)
				L (mm)	D (mm)	
1	Variasi 2,50 %	7	11785	300	150	95000
2	Variasi 2,50 %	7	11750	300	150	98000
3	Variasi 2,50 %	14	11850	300	150	140000
4	Variasi 2,50 %	14	11765	300	150	141500
5	Variasi 2,50 %	21	11750	300	150	143250
6	Variasi 2,50 %	21	11680	300	150	143650
7	Variasi 2,50 %	28	11460	300	150	145600
8	Variasi 2,50 %	28	11430	300	150	146500

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa nilai gaya tekan beton dengan variasi campuran 2,50 % pada umur 28 hari lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pencampuran beton normal pada umur 21, 14 dan 7 hari. Semakin tinggi nilai kuat tekan beton variasi campuran 2,50 % maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Pada pengujian kuat tekan beton diperoleh beban maksimum yaitu saat benda uji mengalami keruntuhan akibat penerimaan beban dalam perhitungan nilai kuat tekan beton silinder. Adapun nilai kuat tekan beton dan nilai kuat tekan beton rata rata dapat kita lihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Nilai Kuat Tekan Beton Rata - Rata Variasi Campuran 2,50 %

N o	Kode Benda Uji	Umur Benda Uji	Massa Benda Uji (kg)	Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm ²)
1	V. 2,50 %	7	11785	17662.5	95000	5.38	5.46
2	V. 2,50 %	7	11750	17662.5	98000	5.55	

3	V. 2,50 %	14	11850	17662.5	140000	7.93	7.97
4	V. 2,50 %	14	11765	17662.5	141500	8.01	
5	V. 2,50 %	21	11750	17662.5	143250	8.11	8.12
6	V. 2,50 %	21	11680	17662.5	143650	8.13	
7	V. 2,50 %	28	11460	17662.5	145600	8.24	8.27
8	V. 2,50 %	28	11430	17662.5	146500	8.29	

Berdasarkan Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa hasil nilai kuat tekan beton Variasi Campuran 2,50 % rata-rata umur 7 hari sebesar 5,46 MPa, umur 14 sebesar 7,97 Mpa, umur 14 sebesar 8,12 MPa dan nilai rata-rata beton normal umur 28 hari sebesar 8,27 MPa.

Tabel 7. Gaya Tekan Beton dengan Variasi 5,00 % Berdasarkan Umur Beton

No	Kode Benda Uji	Umur (Hari)	Massa Benda Uji (Kg)	Dimensi		Gaya Tekan (N)
				L (mm)	D (mm)	
1	Variasi 5 %	7	11780	300	150	85000
2	Variasi 5 %	7	11810	300	150	88500
3	Variasi 5 %	14	11755	300	150	110000
4	Variasi 5 %	14	11790	300	150	115000
5	Variasi 5 %	21	11720	300	150	120000
6	Variasi 5 %	21	11740	300	150	122500
7	Variasi 5 %	28	11440	300	150	125000
8	Variasi 5 %	28	11545	300	150	125650

Berdasarkan Tabel 7 di atas menunjukkan bahwa nilai gaya tekan beton dengan variasi campuran 5,00 % pada umur 28 hari lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pencampuran beton normal pada umur 21, 14 dan 7 hari. Semakin tinggi nilai kuat tekan beton variasi campuran 5,00 % maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Pada pengujian kuat tekan beton diperoleh beban maksimum yaitu saat benda uji mengalami keruntuhan akibat penerimaan beban dalam perhitungan nilai kuat tekan beton silinder. Adapun nilai kuat tekan beton dan nilai kuat tekan beton rata rata dapat kita lihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Nilai Kuat Tekan Beton Rata - Rata Variasi Campuran 5,00 %

N o	Kode Benda Uji	Umur Benda Uji	Massa Benda Uji (kg)	Luas Bidang (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (N/mm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (N/mm ²)
1	V. 5,00 %	7	11780	17662.5	85000	4.81	4.91
2	V. 5,00 %	7	11810	17662.5	88500	5.01	
3	V. 5,00 %	14	11755	17662.5	110000	6.23	6.37
4	V. 5,00 %	14	11790	17662.5	115000	6.51	
5	V. 5,00 %	21	11720	17662.5	120000	6.79	6.86

6	V. 5,00 %	21	11740	17662.5	122500	6.94	
7	V. 5,00 %	28	11440	17662.5	125000	7.08	7.10
8	V. 5,00 %	28	11545	17662.5	125650	7.11	

Berdasarkan Tabel 8 di atas menunjukkan bahwa hasil nilai kuat tekan beton Variasi Campuran 5,00 % rata-rata umur 7 hari sebesar 4,91 MPa, umur 14 sebesar 6,37 Mpa, umur 14 sebesar 6,86 MPa dan nilai rata-rata beton normal umur 28 hari sebesar 7,10 MPa.

1.4. Pembahasan

Hasil pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan serat kulit bambu memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan beton yang dihasilkan. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada tiap variasi campuran menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan kuat tekan pada penambahan serat bambu tertentu, namun pada campuran dengan kadar serat bambu yang terlalu tinggi justru mengalami penurunan kuat tekan. Hal ini disebabkan oleh distribusi serat yang kurang merata dalam campuran beton, serta ikatan antara pasta semen dan serat bambu yang belum sepenuhnya optimal. Selain itu, proses pencincangan bambu juga mempengaruhi kualitas serat yang digunakan. Sebaiknya pada proses persiapan serat, kulit luar bambu tidak dibuang karena kulit luar tersebut memiliki kandungan silika yang tinggi sehingga mampu memberikan perlindungan alami pada bambu agar tidak cepat mengalami pembusukan atau pelapukan saat tercampur dalam beton.

Dalam penelitian ini, cincangan bambu digunakan tanpa dilakukan perlakuan kimia. Padahal sebenarnya, agar ikatan antara serat bambu dengan pasta semen dapat lebih kuat, serat bambu dapat direndam terlebih dahulu menggunakan larutan alkali seperti NaOH (natrium hidroksida) dengan konsentrasi tertentu. Perendaman alkali berfungsi untuk menghilangkan zat-zat ekstraktif seperti lignin dan hemiselulosa pada permukaan serat, sehingga permukaan serat menjadi

lebih kasar dan meningkatkan daya lekat dengan semen. Proses ini juga membantu menstabilkan sifat serat agar tidak menyerap air terlalu banyak dari campuran beton. Dengan demikian, jika di penelitian selanjutnya dilakukan perlakuan alkali, diharapkan kuat tekan beton dengan penambahan serat bambu dapat meningkat lebih signifikan dibandingkan hasil pada penelitian ini.

Selain faktor serat bambu, hasil pengujian kuat tekan beton ini juga dipengaruhi oleh kualitas agregat kasar yang digunakan. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini berupa batu pecah, namun ukuran batu pecah yang digunakan cenderung terlalu kecil dan berat jenisnya juga tergolong ringan. Ukuran agregat kasar yang terlalu kecil akan membuat rasio pasta semen dalam campuran menjadi lebih tinggi, sehingga berpotensi menurunkan kuat tekan beton akibat meningkatnya porositas. Selain itu, berat jenis agregat kasar yang rendah juga menyebabkan beton menjadi kurang padat karena massa jenis keseluruhan campuran berkurang. Oleh karena itu, pemilihan agregat kasar dengan ukuran gradasi dan berat jenis yang sesuai standar akan sangat berpengaruh terhadap hasil kuat tekan beton.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan serat kulit bambu memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton, meskipun masih terdapat beberapa faktor lain yang menyebabkan kuat tekan beton belum mencapai nilai yang maksimal. Faktor

tersebut antara lain proses pencincangan dan persiapan serat bambu yang belum optimal, tidak adanya perlakuan alkali pada serat, serta kualitas agregat kasar yang kurang baik. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan agregat kasar dengan ukuran dan berat jenis yang sesuai standar, melakukan perendaman alkali pada serat bambu sebelum dicampur ke dalam beton, serta mempertahankan kulit luar bambu saat pencincangan agar daya tahan serat terhadap pembusukan tetap tinggi sehingga memberikan kontribusi maksimal pada peningkatan kuat tekan beton.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian tentang pengaruh penambahan serat kulit bambu terhadap kuat tekan beton, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Adapun kuat tekan beton yang dihasilkan dari penambahan sebagian kulit bambu sebagai pengganti agregat halus pada umur 28 hari dengan variasi 2,50 % sebesar 8,27 N/mm², variasi 5,00 % sebesar 7,10 N/mm² sedangkan beton normal sebesar 10,00 N/mm².
2. Adapun perbandingan kuat tekan beton yang dihasilkan penambahan serat kulit bambu sebagai pengganti agregat halus dengan variasi 2,50 % sebesar 17,30, variasi 5,00 % sebesar 29,00 dibandingkan dengan beton normal.
3. Adapun pengaruh penambahan serat kulit bambu terhadap kuat tekan beton kurang baik digunakan, karena semakin tinggi persentase kulit bambu yang digunakan maka semakin derastis penurunan kuat tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. 2018. *ASTM C33/C33M-18: Spesifikasi Standar untuk Agregat Beton*. West Conshohocken, PA: ASTM International. <https://www.astm.org>.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (1990). *SNI 03-1968-1990: Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (1990). *SNI 03-1971-1990: Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (1997). *SNI 03-4428-1997: Metode Pengujian Kadar Lumpur pada Agregat Halus*. Jakarta: BSN.
- Hadi, S. (2023). *Pengaruh Penambahan Bahan Tambah terhadap Workability Beton*. Jurnal Teknologi Beton, 15(3), 112-120.
- Hadi, S. (2023). *Efektivitas Curing Compound pada Beton Mutu Tinggi*. Jurnal Teknologi Beton, 15(3), 112-120.
- H.S. Nasution (2023), *Analisa Pengaruh Penambahan Potongan Bambu (Betung) Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton*, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan.
- J. Adhijoso Tjondro, 2010. "Studi Eksperimental Pengaruh Serat Kulit Bambu Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Campuran beton". Jurusan Teknik Sipil, fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan Bandung.
- Nugroho, S., & Pratama, R. (2019). *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu terhadap Kuat Tarik dan Ketahanan Retak Beton*. Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan, 14(1), 23-30.
- Nugroho, A., & Pratama, B. (2019). *Pemanfaatan Geotextile dalam Perawatan Beton*. Jurnal Ilmu Teknik dan Rekayasa, 8(2), 78-85.

- Purnomo, H., Rahardjo, P., & Susanto, T. (2019). *Perencanaan Campuran Beton Normal dengan Metode SNI*. Jurnal Teknik Sipil, 12(2), 45-56.
- Purnomo, H., Rahardjo, P., & Susanto, T. (2019). *Pengaruh Workability terhadap Kinerja Beton Segar*. Jurnal Teknik Sipil, 12(2), 45-56.
- Purnomo, H., Rahardjo, P., & Susanto, T. (2019). *Pengaruh Perawatan Beton terhadap Kuat Tekan dan Durabilitas*. Jurnal Teknik Sipil, 12(2), 45-56.
- Purnomo, H., Suryanto, B., & Wibowo, A. (2019). *Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Normal dengan Variasi Campuran*. Jurnal Teknik Sipil, 15(2), 123-130.
- Rahardjo, P., & Susanto, T. (2018). *Pengaruh Gradasi Agregat terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Rekayasa Sipil, 10(1), 23-34.
- Rahardjo, P., & Susanto, T. (2018). *Analisis Workability Beton dengan Variasi FAS dan Gradasi Agregat*. Jurnal Rekayasa Sipil, 10(1), 23-34.
- Rahardjo, P., & Susanto, T. (2018). *Analisis Metode Curing terhadap Kinerja Beton*. Jurnal Rekayasa Sipil, 10(1), 23-34.
- S. Hadi, 2023. "Pengaruh Penambahan Serat Kulit Bambu Petung Terhadap Kuat Tekan Beton". Bidang Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Al-Azhar Mataram.
- SNI 03-1973-2008: Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
- SNI 03-1972-1990. *Metode Pengujian Slump Beton*. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-3449-2002. *Beton Ringan*. Badan Standardisasi Nasional, 2002.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1972-1990. *Metode Pengujian Slump Beton*. Badan Standardisasi Nasional, 1990.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6848-2002, "Persyaratan Air untuk Campuran Beton", Badan Standardisasi Nasional, 2002.
- Tri Mulyono. (2004). *Teknologi Beton. Dari Teori Ke Praktek LPP-UNJ*. Jakarta. Depertemen Pekerjaan Umum. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*. SNI 03-3449-2002. Bandung.