

PENGUNAAN SERAT ROTAN UNTUK MENINGKATKAN MUTU BETON

Muhammad Dany Fauzan¹, Sarwidi²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 14511285@students.uii.ac.id

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 845110101@uui.ac.id

Abstract: Concrete is a construction material that is strong in resisting compressive forces, but weak in resisting tensile forces. In addition, concrete also has brittle properties which make the physical properties of concrete rigid and easy to crack if exposed to tensile forces. In this study, normal concrete mixture was added with rattan fiber. It is hoped that by adding rattan fiber to the normal concrete mixture can increase the tensile strength of concrete and reduce brittle properties in concrete. Rattan fiber used is obtained from processing the rattan stem with a cut into 5 cm long, and divided into 16 parts so that rattan fibers are produced with dimensions of 5 cm long, ± 7 mm wide, and ± 1 mm thick. Test specimens included testing of concrete compressive strength, concrete split tensile strength, and flexural strength of concrete beams. The test object used is cylindrical with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm and a beam with a length of 400 mm, a width of 100 mm and a height of 100 mm. The total number of specimens is 45, including 30 cylinders and 15 beams. The fiber content used in this study was 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, and 2%. From the slump test, the slump value is obtained which decreases with increasing rattan fiber content added. This shows that the more rattan fiber added will further reduce the workability of the concrete mixture. From the testing of concrete compressive strength, the concrete tensile strength, and the flexural strength of the concrete beam obtained by the addition of the highest concrete strength on the addition of rattan fiber by 1% of the weight of cement. For compressive strength, concrete has increased by 12.84% of normal concrete. For the tensile strength of concrete, it increased by 22.17% from normal concrete. For the flexural strength of concrete beams increased by 9.69% from normal concrete.

Keywords: Concrete, Fiber, Rattan

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan teknik sipil, baik bangunan gedung, perkerasan jalan, jembatan, dan bangunan air. Beton dihasilkan dari campuran semen (Portland Cement), air, agregat, dan terkadang ditambah dengan bahan tambah. Jenis bahan tambah untuk beton antara lain bahan kimia, serat, dan bahan buangan non kimia. Semen (Portland Cement) sebagai salah satu penyusun beton berfungsi merekatkan butir agregat dan mengisi rongga-rongga antar agregat,

sehingga menjadi suatu massa padat atau kompak.

Secara struktural beton kuat dalam menahan gaya tekan, tetapi beton lemah dalam menahan gaya tarik. Oleh sebab itu pada elemen struktur seperti pelat, balok, dan kolom dikombinasikan antara beton dan baja tulangan supaya mampu menahan gaya tarik dan tekan yang bekerja pada elemen-elemen struktur tersebut. Penambahan baja tulangan belum benar-benar bisa menahan gaya tarik yang bekerja pada suatu elemen struktur, karena daerah sekitar tulangan pada beton yang terkena gaya tarik rentan terjadi retak halus yang dapat mengurangi keawetan beton. Retak-retak halus tersebut disebabkan sifat fisik beton yang getas dan akan segera

retak jika menahan gaya tarik yang melebihi kapasitas kuat tarik beton. . Dalam jangka waktu tertentu retak-retak halus dalam suatu elemen struktur akan mengakibatkan korosi pada baja tulangan. Penambahan serat (fiber) dalam campuran beton diharapkan mampu menahakan gaya tarik yang bekerja pada suatu elemen struktur yang tidak ditahan oleh baja tulangan. Dimana serat (fiber) dalam beton berfungsi sebagai tulangan mini yang tersebar merata ke seluruh bagian dari elemen struktur, sehingga gaya tarik yang tidak bisa ditahan atau berada di sekitar baja tulangan dapat ditahan oleh serat (fiber) yang tersebar merata.

Potensi sumber daya hutan di wilayah Indonesia sangat besar, yaitu mencapai 99,6 juta hektar atau 52,3% dari seluruh wilayah Indonesia (Kemenhut, 2011). Luas hutan yang besar saat ini masih dapat dijumpai di Kalimantan, Papua, Sulawesi, dan Sumatra. Rotan merupakan salah satu hasil hutan di Indonesia yang memiliki banyak kegunaan. Batang rotan mempunyai panjang mencapai puluhan meter dan banyak dimanfaatkan untuk membuat interior rumah. Rotan memiliki berat yang relatif ringan, sehingga sering dijadikan pengganti kayu. Rotan memiliki kandungan kimiawi yang membuatnya kuat dan tahan lama jika dibandingkan kayu, yaitu holoselulosa, selulosa, lignin, tanin, dan pati. Diharapkan dengan penambahan potongan rotan dapat mengganti peran fiber yang mampu meningkatkan kuat tarik beton dengan harga yang relatif murah.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat rotan terhadap :

1. kuat tarik belah beton,
2. kuat tekan beton, dan
3. kuat lentur balok beton.

1.3. Batasan Penelitian

Untuk memfokuskan penelitian ini maka batasan-batasan penelitian yang diperlukan adalah sebagai berikut ini.

1. Mutu beton ($f'c$) yang digunakan sebesar 25 MPa.
2. Metode Mix design beton yang digunakan adalah metode SNI-2834-2000.
3. Rotan diperoleh dari pengrajin rotan di Yogyakarta.
4. Serat rotan memiliki panjang 5 cm.
5. Variasi kadar serat rotan dalam campuran beton adalah 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen dalam campuran beton.
6. Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I merek Holcim kemasan 40 kg.
7. Pasir diperoleh dari pasir gunung Merapi.
8. Air diperoleh dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil FTSP UIL,
9. Cetakan beton yang digunakan dalam penelitian ini yaitu silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan balok dengan panjang 40 cm, tinggi 10 cm, dan lebar 10 cm.
10. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 28 hari.
11. Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam benda uji ke dalam air selama 28 hari.
12. Beton yang direncanakan akan digunakan di dalam ruangan bangunan dan terlindung dari hujan dan terik matahari.
13. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Material Penyusun Beton

Beton merupakan material komposit yang tersusun dari semen, air, pasir agregat, dan bahan tambah lain. Setiap material penyusun mempunyai pengaruh dalam menentukan mutu beton yang akan dihasilkan. Material penyusun beton yang digunakan sebagai berikut.

1. Semen portland (*Portland Cement*)

Semen portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulis bersama bahan-bahan yang biasa digunakan, yaitu gypsum.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Pada beton terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat.

3. Air

Air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton karena menentukan mutu dalam campuran beton. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelican campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan.

4. Rotan

Rotan termasuk ke dalam family palmae yang terdiri dari 170 genera dan lebih dari 1500 spesies yang tersebar di daerah tropis dan beberapa jenis di daerah beriklim sedang. Batang rotan terdiri dari ruas-ruas yang dibatasi oleh buku-buku dan panjang ruas tidak sama untuk setiap jenis rotan dengan diameter rotan antara beberapa millimeter sampai 56 milimeter (Abidin, 1972).

Menurut Menon (1979), berdasarkan ukuran diameter rotan dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu rotan besar (diameter lebih besar dari 18 mm) dan rotan kecil (diameter lebih kecil dari 18 mm), namun pada umumnya rotan dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. ukuran besar (diameter = 18 – 35 mm),
2. ukuran sedang (diameter = 10 – 17 mm), dan

3. ukuran kecil (diameter < 9 mm).

Rotan dimanfaatkan dalam bentuk bulat, kulit rotan atau hati rotan (core)

Dalam standardisasi rotan Indonesia persyaratan untuk menentukan mutu rotan didasarkan kepada sifat fisis, sifat kecacatan dan sifat mekanis. Dalam Rancangan Standar Nasional Indonesia (1993), disebutkan bahwa syarat umum batang rotan adalah harus lurus dan keras.

2.2. Karakteristik Kekuatan Beton

Beton mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tarik belahnya. Kuat tarik belah beton antara 9%-15% dari kuat tekannya. Oleh sebab itu, pada bagian elemen struktur yang mengalami tarik belah diperkuat dengan memberi baja-tulangan, sehingga terbentuk suatu bahan struktur komposit yang disebut beton bertulang.

1. Kuat tekan beton

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton sudah tinggi, maka sifat-sifat lainnya juga baik. Pengujian kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

dengan :

$f'c$ = kuat tekan beton (MPa),
 P = beban Maksimum, dan
 A = luas penampang benda uji

2. Kuat tarik belah beton

kekuatan beton di dalam tarik belah beton adalah suatu sifat yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak di dalam struktur. Kuat tarik belah beton bervariasi antara 8% sampai 15% dari kuat tekannya. Meskipun diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik belah tetap merupakan

sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Pengujian kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$f_t = 2 P / \pi L D$$

dengan:

- f_t = kuat tarik belah,
- P = baban pada waktu belah,
- L = panjang benda uji silinder, dan
- D = diameter benda uji silinder

3. Kuat lentur balok beton

Kuat lentur balok beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji.). Kuat lentur beton dihitung dengan ketentuan dan rumus-rumus yang tergantung metoda pengujian atau sistem pembebanan. Pada penelitian ini digunakan sistem pembebanan satu titi dengan persamaan sebagai berikut.

- a. Bila akibat pengujian benda uji patah tepat berada dibawah beban(di tengah benda uji), maka dihitung menurut persamaan berikut.

$$f_{lt} = \frac{P L}{b h^2}$$

- b. Bila akibat pengujian benda uji patah tidak tepat di bawah beban dibagian tarik beton, dan jarak titik patah dan titik beban kurang dari 10% jarak titik perletakan, maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan berikut.

$$f_{lt} = \frac{3 P c}{b h^2}$$

- c. Untuk benda uji akibat pengujian patah diluar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik patah dan titik pembebanan lebih dari 10% bentang, maka hasil pengujian tidak dipergunakan dengan:

- f_{lt} = kuat lentur benda uji,
- P = baban maksimum,
- L = panjang bentang antara dua perletakan,
- b = lebar tampang lintang patah,
- h = tinggi tampang lintang patah, dan

c = jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan terdekat, diukur pada empat tempat pada sisi titik dari bentang.

3. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, dengan tahapan penelitian sebagai berikut.

1. Penyiapan bahan meliputi pembuatan serat rotan dan persiapan bahan penyusun lainnya.
2. Pemeriksaan material bahan penyusun beton.
3. Perencanaan campuran beton.
4. Pembuatan benda uji, meliputi pengadukan, pengujian slump, penyetakan benda uji, pematatan benda uji, dan perendaman benda uji.
5. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur balok beton.

Pembuatan serat rotan dilakukan dengan cara memotong lonjoran batang rotan menjadi panjang 5 cm, kemudian dibelah-belah menjadi 16 bagian sehingga diperoleh serat rotan ukuran panjang 5 cm, lebar ± 7 mm, tebal ± 1 mm.

Mix design campuran beton menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Benda uji berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, dan balok berukuran panjang 400 mm, lebar 100 mm, dan tinggi 100 mm.

Digunakan 5 variasi kadar serat rotan pada benda uji, yaitu sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat semen. Dari rancangan tersebut dibutuhkan 15 silinder beton untuk pengujian kuat tekan, 15 silinder untuk pengujian kuat tarik belah, dan 15 balok beton untuk pengujian kuat lentur balok. Perawatan dilakukan dengan merendam benda uji selama 27 hari. Perendaman dilakukan satu hari setelah benda uji dicetak. Sehingga benda uji diuji pada umur 28 hari.

Bahan penyusun beton berupa semen, pasir, kerikil, air, dan serat rotan berasal dari :

- a. Semen : Portland Compcocite Cement merk Holcim

- b. Pasir : Pasir lereng Merapi
 c. Kerikil : Batu pecah Clereng, Kulon Progo

- d. Air : Sumur Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII
 e. Rotan : Pengrajin rotan di daerah Sleman.

Tabel 1 Rincian Jumlah Benda Uji

No	Kode Benda Uji	Kadar Serat Rotan	Uji Tekan	Uji Tarik belah	Uji lentur (Buah)
		(%)	(Buah)	(Buah)	
1	BN	-	3	3	3
2	BSR 0,5	0,5	3	3	3
3	BSR 1	1	3	3	3
4	BSR 1,5	1,5	3	3	3
5	BSR 2	2	3	3	3
Jumlah (Buah)			45		

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Agregat

Pemeriksaan agregat dilakukan pada pasir dan kerikil yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton.

Pemeriksaan agregat meliputi pemeriksaan berat jenis, kadar air, kandungan lumpur, modulus halus butir, dan gradasi agregat. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	
		Pasir	Kerikil
1	Berat Jenis SSD	2,69	2,63
2	Penyerapan Air	3,23%	2,03%
3	Kandungan Lumpur	4,28%	-
4	Modulus Halus Butir	2,896	6,407
5	Gradasi Agregat	Gradasi Daerah II	Max 20 mm

4.2. Rotan

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanik pada rotan berupa pemeriksaan berat volume dan kuat tarik rotan

Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Rotan

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1	Berat Volume Rotan	505,47 kg/m ³
2	Kuat Tarik Rotan	31,94 MPa

4.3. Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengukur tingkat kelecakan adukan beton segar. Kelecakan adukan beton berhubungan dengan tingkat kemudahan atau kesukaran beton segar dapat dikerjakaan (*workability*).

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa pada nilai *slump* pada beton normal lebih tinggi daripada beton serat. Dan dengan seiring bertambahnya kadar rotan dalam campuran beton tersebut nilai *slump* beton serat mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena bertambahnya kadar rotan menurunkan tingkat kelecakan campuran beton.

Tabel 4 Hasil Pengujian Slump

Kode Benda Uji	Kadar Rotan (%)	Nilai Slump (mm)
BN	0	105
BSR 0,5	0,5	81
BSR 1	1	73
BSR 1,5	1,5	55
BSR 2	2	47

4.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji	Kadar Serat Rotan (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Penambahan Kuat Tekan (Mpa)	
			Mpa	%
BN	0	26,332	-	-
BSR 0,5	0,5	27,738	1,405	5,34
BSR 1	1	29,714	3,381	12,84
BSR 1,5	1,5	22,672	-3,660	-13,90
BSR 2	2	19,513	-6,819	-25,90

Penambahan serat rotan sebesar 0,5% dan 1% dari berat semen terbukti dapat menambah kekuatan tekan beton. Hal ini disebabkan serat rotan yang tersebar ke seluruh beton dapat berfungsi dengan baik sebagai tulangan mini (*mini reinforced*)

yang meningkatkan mutu beton. Serta kadar rotan 0,5% dan 1% tidak mempengaruhi kemampuan lekatan semen melekatkan material penyusun beton karena penambahan luas daerah material penyusun beton yang harus dilekatkan oleh semen. Penambahan serat rotan sebesar 1,5% dan 2% dari berat semen justru menurunkan kuat tekan beton. Penambahan serat rotan sebesar 1,5% dan 2% dari berat semen justru menurunkan kuat tekan beton. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan serat rotan sebesar 1,5% dan 2% mengakibatkan penambahan luas daerah material penyusun beton yang cukup banyak yang harus dilekati oleh semen. Dengan semakin banyaknya luas permukaan yang harus dilekatkan oleh semen tetapi tidak ada penambahan jumlah semen atau jumlahnya sama dengan jumlah semen campuran beton normal, maka semen akan mengalami penurunan kekuatan untuk melekatkan material penyusun beton yang menyebabkan menurunnya kuat tekan beton.

4.5. Pengujian Kuat Tarik Belah Rotan

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kode Benda Uji	Kadar Serat Rotan (%)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Penambahan Kuat Tarik Belah (Mpa)	
			Mpa	%
BN	0	2,386	-	-
BSR 0,5	0,5	2,551	0,165	6,89
BSR 1	1	2,915	0,529	22,17
BSR 1,5	1,5	2,040	-0,347	-14,52
BSR 2	2	1,871	-0,515	-21,59

Pola peningkatan dan penurunan kuat tarik belah beton berdasarkan kadar penambahan serat rotan sama dengan pola yang didapatkan pada hasil pengujian kuat tekan beton. Hal ini disebabkan pada kadar serat rotan 0,5% dan 1% serat rotan dapat berfungsi dengan baik sebagai tulangan mini (*mini reinforced*) yang tersebar merata keseluruh bagian beton tanpa mengurangi

kemampuan semen dalam melekatkan material-material beton, sehingga penambahan serat rotan dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Penambahan serat rotan sebesar 1,5% dan 2% dari berat semen justru menurunkan kuat tekan beton. Penambahan serat rotan sebesar 1,5% dan 2% mengakibatkan penambahan luas daerah material penyusun beton yang cukup banyak yang harus dilekati oleh semen. Hal ini menyebabkan kemampuan semen dalam merekatkan material penyusun beton menurun.

Dengan penambahan serat rotan terbukti dapat mengurangi sifat getas (*brittle*) pada beton. Hal ini dapat dilihat dalam mekanisme keruntuhan atau kegagalan benda uji dalam pengujian kuat tarik belah beton. Beton normal saat mengalami keruntuhan menghasilkan bunyi yang lumayan nyaring dan jelas, serta benda uji beton normal langsung terbelah atau hanya sedikit membutuhkan tenaga untuk membelah benda uji setelah pengujian. Berbeda dengan benda uji beton serat rotan yang hampir tidak menghasilkan suara ketika mengalami keruntuhan pada proses pengujian. Benda uji beton serat juga tidak langsung terbelah atau sukar dibelah setelah proses pengujian selesai, karena serat rotan masih mampu menahan atau memberi gaya ikat pada beton agar tidak terbelah meskipun beton sudah mengalami keruntuhan. Serat rotan dapat mengurangi sifat getas (*brittle*) beton dengan kekuatan serat itu sendiri dan lekatan antara serat rotan dan pasta semen.

4.6. Pengujian Kuat Lentur Balok Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Kode Benda Uji	Kadar Serat Rotan (%)	Kuat Lentur Balok (Mpa)	Penambahan Kuat Lentur Balok (Mpa)	
			Mpa	%
BN	0	3,490	-	-
BSR 0,5	0,5	3,781	0,290	8,32
BSR 1	1	3,828	0,338	9,69
BSR 1,5	1,5	3,706	0,216	6,18
BSR 2	2	3,603	0,112	3,22

Pola peningkatan dan penurunan kuat lentur balok beton berdasarkan kadar penambahan serat rotan sama dengan pola yang didapatkan pada hasil pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton. Hal ini disebabkan pada kadar serat rotan 0,5% dan 1% serat rotan dapat berfungsi dengan baik sebagai tulangan mini (*mini reinforced*) yang tersebar merata keseluruh bagian beton tanpa mengurangi kemampuan semen dalam melekatkan material-material beton, sehingga penambahan serat rotan dapat meningkatkan kuat lentur balok beton. Penambahan serat rotan sebesar 1,5% dan 2% dari berat semen justru menurunkan kuat tekan beton. Penambahan serat rotan sebesar 1,5% dan 2% mengakibatkan penambahan luas daerah material penyusun beton yang cukup banyak yang harus dilekati oleh semen. Hal ini menyebabkan kemampuan semen dalam merekatkan material penyusun beton menurun.

Penambahan serat rotan juga terbukti mengurangi sifat getas (*brittle*) pada balok beton. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya ciri-ciri yang sama pada pengujian kuat tarik belah beton, yaitu mekanisme keruntuhan balok beton saat proses pengujian dan masih ada gaya ikat rotan pada balok beton setelah balok beton mengalami keruntuhan.

Pengurangan sifat getas (*brittle*) pada balok beton juga dapat dilihat dari pola retakan yang terjadi pada balok beton setelah pengujian kuat lentur balok beton. Pada balok beton normal retakan yang terjadi berada di tepi batas garis retakan yang jaraknya sudah ditentukan atau beberapa sentimeter melenceng dari pusat gaya yang bekerja. Sedangkan pada balok dengan serat rotan dengan kadar 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% retakan yang terjadi berada tepat di bawah gaya yang bekerja atau sedikit bergeser dari pusat gaya yang bekerja

4.7. Pola Peningkatan dan Penurunan Mutu Beton Berdasarkan Penambahan Serat rotan

Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan dan penurunan kuat tekan dan kuat tarik belah

beton memiliki pola yang sama. Peningkatan terjadi pada penambahan kadar serat rotan sebesar 0,5% dan 1% dari berat semen, dan penurunan terjadi pada kadar serat rotan 1,5% dan 2% dari berat semen. Secara teori kuat tekan beton mempengaruhi sifat-sifat lain dari beton. Salah satu sifat yang dipengaruhi adalah kuat tarik belah beton. Sehingga jika suatu beton memiliki kuat tekan yang tinggi maka beton tersebut juga memiliki kuat tarik belah yang tinggi.

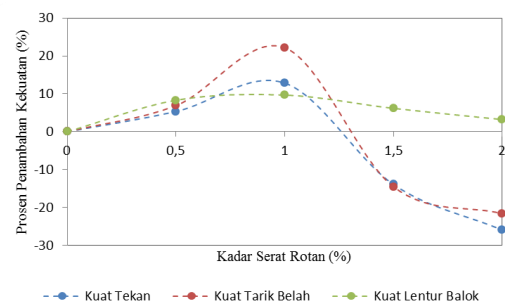
Sedangkan kuat lentur balok beton memiliki pola peningkatan dan penurunan yang hampir sama kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Kuat lentur balok beton mengalami kenaikan pada penambahan kadar serat rotan 0,5% dan 1% dari berat semen, dan mengalami penurunan pada kadar serat rotan 1,5% dan 2% dari berat semen. Tetapi penurunan kekuatan pada kadar serat rotan 1,5% dan 2% dari berat semen tetap menghasilkan kuat lentur balok beton yang lebih besar bila dibandingkan dengan kuat lentur balok beton normal.

Perbedaan pola peningkatan dan penurunan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan kuat lentur balok beton disebabkan perbedaan karakteristik dari benda uji dan proses pengujiannya. Pengujian kuat lentur balok beton dilakukan dengan memberikan beban yang arahnya tegak lurus sumbu balok. Semakin beban terus ditambah, maka balok akan mengalami deformasi dan regangan tambahan yang mengakibatkan retak lentur pada balok. Pengujian kuat lentur balok tidak hanya mengukur kemampuan balok dalam menahan beban dengan arah tegak lurus sumbu balok, tetapi juga mengukur tingkat kelenturan atau daktilitas dari balok tersebut.

Pada pengujian kuat tekan beton dapat dipasang dial untuk mengukur regangan yang terjadi setiap penambahan beban, dari regangan tersebut dapat diperoleh nilai Modulus Elastisitas yang secara numerik menggambarkan tingkat kelenturan atau daktilitas dari beton tersebut. Akan tetapi regangan yang terjadi pada pengujian kuat tekan beton berbeda dengan regangan yang terjadi pada pengujian balok beton.

Regangan yang terjadi pada pengujian kuat tekan beton diakibatkan beban yang bekerja searah sumbu benda uji yang berbentuk silinder, sedangkan regangan yang terjadi pada pengujian kuat lentur balok beton diakibatkan beban yang bekerja tegak lurus sumbu balok beton.

Gambar 1 Grafik Peningkatan dan Penurunan Mutu Beton



4.8. Pembahasan Kelayakan Beton Serat Rotan Untuk Diterapkan

Hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur balok beton serat rotan diperoleh penambahan kekuatan atau mutu beton maksimal pada penambahan kadar serat rotan 1% dari berat semen. Akan tetapi belum diketahui apakah dengan penambahan mutu beton sebagai akibat dari penambahan 1% serat rotan dapat memberikan keuntungan secara finansial jika dilaksanakan dan diterapkan pada bangunan sipil. Sebuah penelitian kurang memberikan manfaat jika tidak bisa diterapkan atau jika diterapkan tidak memberikan keuntungan.

Kuat tekan beton (f'_c) digunakan sebagai mutu beton yang digunakan pada desain bangunan teknik sipil. Hasil pengujian kuat tekan tertinggi didapat dari penambahan serat rotan 1% sebesar 29,714 MPa. Hasil tersebut digunakan sebagai acuan perbandingan biaya yang harus dikeluarkan untuk memperoleh beton mutu 29,714 MPa dengan desain beton normal, dan 29,714 MPa yang didapatkan dari desain beton mutu 25 MPa dengan ditambah serat rotan 1% dari total berat semen. Hasil perhitungan biaya yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8 RAB Beton 25 MPa Ditambah Serat Rotan 1%

Material	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Semen	10,25	sak	39.500	Rp 404.875
Air	205	kg	-	-
Agregat Halus	0,525	m ³	175.000	Rp 91.922
Agregat Kasar	0,867	m ³	225.000	Rp 195.112
Serat Rotan	43,372	m	5.000	Rp 216.862
Jumlah Total				Rp 908.771

Tabel 9 RAB Beton 29,7 MPa

Material	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Semen	11,264	sak	39.500	Rp 444.918
Air	-	kg	-	-
Agregat Halus	0,500	m ³	175.000	Rp 87.535
Agregat Kasar	0,848	m ³	225.000	Rp 190.776
Serat Rotan	-	m	5.000	-
Jumlah Total				Rp 723.229

Dari hasil perhitungan biaya yang dibutuhkan untuk membuat beton 25 MPa dengan penambahan serat rotan 1% diperoleh sebesar Rp 908.771 dan untuk membuat beton 29,7 MPa sebesar Rp 723.229. Biaya yang dibutuhkan untuk membuat beton mutu 29,7 MPa dari beton mutu 25 MPa ditambah serat rotan 1% lebih mahal 25,65% dari biaya untuk membuat beton normal mutu 29,7 MPa.

Perhitungan RAB tersebut menunjukkan jika beton serat rotan dilaksanakan atau diterapkan dalam dunia konstruksi maka akan menyebabkan kerugian dalam sisi finansial, meskipun dalam sisi struktural dengan penambahan serat rotan tetap dapat menaikkan mutu dan memperbaiki sifat getas (brittle) beton.

Secara visual dan fisik serat rotan tidak mengalami tanda-tanda terjadinya proses pembusukan dan pelapukan selama umur benda uji 28 hari, tetapi perlu dilakukan pengujian laboratorium pada serat rotan di dalam benda uji umur 28 hari, 60 hari, 90 hari, dan 120 hari untuk memastikan selama periode tersebut tidak terjadi proses

pembusukan atau pelapukan serat rotan yang dapat mengakibatkan menurunnya mutu beton selama masa penggunaan beton tersebut

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Penambahan serat rotan pada adukan beton normal menjadikan nilai slump mengalami penurunan, sehingga menurunkan tingkat workability adukan beton.
2. Nilai kuat tekan rata-rata beton normal sebesar 26,332 MPa, dan nilai kuat tekan rata-rata beton serat rotan tertinggi pada kadar 1% sebesar 29,714 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan serat rotan dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 12,84% dari kuat tekan beton normal.
3. Nilai kuat tarik belah rata-rata beton normal sebesar 2,386 MPa, dan nilai kuat tarik belah rata-rata beton serat rotan tertinggi pada kadar 1% sebesar 2,915 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan serat rotan dapat meningkatkan kuat tarik beton sebesar 22,17% dari kuat tarik belah beton normal.
4. Nilai kuat lentur balok rata-rata beton normal sebesar 3,490 MPa, dan nilai kuat lentur balok rata-rata beton serat rotan tertinggi pada kadar 1% sebesar 3,828 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan serat rotan dapat meningkatkan kuat lentur balok beton sebesar 9,69% dari kuat lentur balok beton normal.
5. Penambahan serat rotan terbukti mengurangi sifat getas (brittle) pada beton. Hal ini ditunjukkan dengan gejala keruntuhan dan pola retakan yang terjadi pada proses pengujian kuat lentur balok beton.
6. Inovasi beton serat rotan jika dilaksanakan atau diterapkan dalam dunia konstruksi akan menyebabkan

kerugian dalam sisi finansial, meskipun dalam sisi struktural dapat meningkatkan mutu beton dan mengurangi sifat getas (brittle) pada beton.

6. SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Batang rotan yang digunakan sebagai bahan serat rotan sebaiknya dibeli dari petani rotan langsung , agar mendapatkan kualitas rotan yang lebih baik dan harga yang lebih murah.
2. Penyebaran serat rotan pada proses *mixing* harus diperhatikan dengan baik, supaya tidak terjadi penggumpalan atau penumpukan serat rotan pada satu titik.
3. Pemadatan adukan beton di dalam cetakan harus dilakukan secara menyeluruh dan diperlukan alat bantu penggetar (*vibrator*), agar diperoleh pemadatan yang maksimal, terlebih untuk adukan beton dengan kadar serat rotan yang cukup banyak.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Abel, O.O. dan Asimiyu, A.K., 2016, *Effects of Cissus populnea gum and rubber latex on physico-mechanical properties of cement-bonded rattan composites*, University Of Ibadan, Nigeria.
- Abidin, E. Z., 1972, *Kemungkinan Pengembangan Perdagangan Rotan Di Indonesia*, Ditjen Kehutanan Direktorat Pemasaran, Jakarta
- ACI Committee 544, 1988, *Design Consideration For Steel Fiber Reinforced Concrete*, Report : ACI 544.4R – 88.
- Ariatama, A., 2007, *Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Badan Standarisasi Nasional, 2000, *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. (SNI 03-2834-2000)*, Jakarta,
- Badan Standarisasi Nasional, 2002, *Metode Pengujian untuk mengukur nilai kuat*

- tekan beton pada umur awal dan memproyeksikan kekuatan pada umur berikutnya. (SNI 03-6805-2002)*, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2002, *Metode pengujian kuat tarik belah beton. (SNI 03-2491-2002)*, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2011, *Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan. (SNI 4431:2011)*, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. (SNI 2847-2013)*, Jakarta
- Badan Standard Nasional Indonesia, 1995, *Tata Cara Pengadukan Pengecoran Beton. (SNI 03-3976)*, Badan Standarisasi Nasional.
- Darul, dkk, 2014, *Kajian Pengaruh Serat Ijuk Terhadap Kuat Traik Belah Beton K-175*, Universitas Pasir Pangaraian, Riau.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1982, *Peraturan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI 1982)*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Kartini, Wahyu, 2007, *Penggunaan Serat Polypropylen Untuk Meningkatkan Kuat Tarik Belah Beton*, UPN “Veteran” Jatim, Surabaya.
- Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*. Andi, Yogyakarta.
- Nugraha, Paul. dan Antoni, 2007, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Rivani, A. dan Maricar, S., 2017, *Perilaku dan Kapasitas Lentur Balok Beton Berserat Bambu*, Universitas Tadulako, Palu.
- Suhendro, B., 1991, *Pengaruh Fiber Kawat Pada Sifat-Sifat Beton*, Seminar Mekanika Bahan Dalam Berbagai Aspek, Yogyakarta
- Suhardiman, M., 2011, *Kajian Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton*, Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, 1996, *Teknologi Beton*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Wang, Chu-Kia dan Salmon, Charles G., 1990, *Desain Beton Bertulang*. Terjemahan oleh Hariandja, Binsar, Erlangga, Jakarta.