

**THE EFFECT OF ADDITION COCONUT COIR FIBER
ON THE HOLLOW BEAM FERROCEMENT FLEXURAL STRENGTH
AS SUPPORTING OF CONCRETE TECHNOLOGY COURSE
TEACHING MATERIALS BASED ON RESEARCH**

Muharrom Prasetyo¹, Ida Nugroho Saputro², Sutrisno³
Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Sebelas Maret
Email: muharromprasetyo@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of addition coconut coir fiber at the flexural strength and specific gravity of ferrocement so that building materials can be used as an alternative wooden beam in roof truss construction. Ferrocement is a building material similar to concrete, but thinner and made of cement, sand, and water with a wire mesh as reinforcement forming.

This research method was experiment with a mixture of 1Pc : 2Ps : 0,5Water. The addition of coconut coir fibers that are used for 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, and 2% of the amount weight of the mortar. The sample test was created in a hollow beam form with size 12 x 8 x 60 cm and thickness 2,5 cm. Tests conducted in this research was flexural strength testing using a one point concentrated load and specific gravity testing ferrocement.

The results obtained was the used of coconut coir fiber as a material added in the mixed ferrocement caused the value of flexural strength and specefic gravity decreases. The smallest flexural strength produced 2,591 N/mm² was still greater than the flexural strength of class wood I 1,221 N/mm² so ferrocement produced surpassed the wood flexural strength of class wood I. While the smallest specific gravity of ferrocement produced (1893,3 kg/m³) heavier than specific gravity of class wood II (900 kg/m³) therefore the ferrocement did not surpassed specific gravity of class wood II. The conclusion of this research was the ferrocement produced can replace wood as a wooden beam in terms of flexural strength but the specific gravity has a higher than wood.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat lentur dan berat jenis fero semen agar bahan bangunan tersebut dapat digunakan sebagai alternatif kayu pada konstruksi rangka atap. Fero semen adalah suatu bahan bangunan yang hampir sama dengan beton bertulang namun lebih tipis dan terbuat dari semen, pasir, dan air yang diberi kawat jala sebagai tulangan pembentuk.

Metode penelitian ini adalah eksperimen dengan campuran bahan 1Pc : 2Ps : 0,5Air. Penambahan serat sabut kelapa yang digunakan sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari total berat mortar. Benda uji yang dibuat berbentuk balok *hollow* ukuran 12 x 8 x 60 cm dengan ketebalan 2,5 cm. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian kuat lentur menggunakan satu titik beban terpusat dan pengujian berat jenis fero semen.

Hasil penelitian yang diperoleh adalah penggunaan sabut kelapa sebagai bahan tambah serat dalam campuran fero semen menyebabkan nilai kuat lentur dan berat jenis menurun. Kuat lentur terkecil yang dihasilkan sebesar 2,591 N/mm² masih lebih besar dari nilai kuat lentur kayu kelas I sebesar 1,221 N/mm² sehingga fero semen yang dihasilkan memenuhi kuat lentur kayu kelas I. Sedangkan berat jenis fero semen terkecil yang dihasilkan (1893,3 kg/m³) lebih berat dari berat jenis kayu kelas II (900 kg/m³) sehingga fero semen tersebut tidak memenuhi berat jenis kayu kelas II. Simpulan dari penelitian ini adalah fero semen yang dihasilkan dapat menggantikan kayu bangunan struktural dari segi kuat lenturnya namun mempunyai berat jenis yang lebih tinggi dari pada kayu.

Kata Kunci: fero semen, serat sabut kelapa, kuat lentur, berat jenis

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS Surakarta

² Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS Surakarta

³ Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS Surakarta

PENDAHULUAN

Kayu banyak digunakan sebagai elemen struktur pada konstruksi rangka atap karena cukup ringan dan mempunyai kekuatan lentur yang tinggi. Penggunaan kayu dalam konstruksi rangka atap membutuhkan dimensi yang cukup besar sedangkan ketersediaan kayu tersebut mulai berkurang. Kebutuhan akan kayu semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan bertambahnya penduduk, kemajuan teknologi, dan perindustrian.. Dengan keadaan ini maka perlu adanya inovasi baru untuk mengganti kayu pada konstruksi atap, misalnya dengan fero semen.

Fero semen adalah semacam beton tipis dimana didalamnya ditulangi anyaman baja. Keuntungan utama dari fero semen antara lain: kemudahan dalam pengerjaan karena tekniknya tidak banyak berbeda dengan teknik bahan bangunan biasa (mortar dan beton), bahan mudah didapat, volume bahan yang digunakan relatif lebih sedikit (Djausal, 2004: 6).

Teknologi fero semen merupakan teknologi yang atraktif. Selain dapat digunakan untuk membuat elemen dinding tipis, fero semen dapat digunakan untuk mengganti elemen yang terbuat dari kayu ataupun baja karena dapat dibuat dalam bentuk beranekaragam. Secara umum, bahan-bahan pokok yang digunakan untuk membuat fero semen antara lain: semen, pasir, air, dan tulangan. Fero semen juga dapat ditambah dengan alternatif bahan yang lain guna meningkatkan kekuatannya. Serat sabut kelapa adalah bahan organik yang dapat ditambahkan sebagai bahan alternatif untuk membuat fero semen.

Sebagai salah satu negara agraris, Indonesia mempunyai sumber serat alami yang melimpah, salah satunya adalah serat sabut kelapa. Pohon kelapa banyak tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia baik di daerah yang sering hujan maupun daerah yang kering seperti di pesisir pantai. Serat sabut kelapa mempunyai keuntungan yaitu tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat yang lain. Serat sabut kelapa juga mempunyai sifat yang ulet, dapat menyerap air, dan mempunyai tingkat keawetan yang baik jika tidak berhubungan langsung dengan cuaca (Mulyono, 2004).

Teknologi fero semen perlu dikembangkan karena teknologi tersebut mampu menjadi inovasi baru di bidang teknologi beton. Untuk mempelajari lebih lanjut mengenai fero semen perlu dilakukan berbagai riset agar teknologi tersebut dapat dioptimalkan di bidang konstruksi Indonesia. Salah satu cara agar riset tentang fero semen banyak dilakukan penelitian adalah mengajarkan teknologi tersebut pada perguruan tinggi, karena pada perguruan tinggi banyak dilakukan riset baik dari dosen maupun mahasiswa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat lentur dan berat jenis fero semen agar bahan bangunan tersebut dapat digunakan sebagai alternatif kayu bangunan struktural pada konstruksi rangka atap. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi pendukung bahan ajar untuk memperdalam dan memperluas wawasan materi dalam bidang teknologi beton yang diajarkan pada perguruan tinggi

TINJAUAN PUSTAKA

Fero semen

Definisi fero semen menurut *ACI Committee 549*, fero semen adalah semacam konstruksi beton bertulang tipis, dimana biasanya menggunakan semen hydraulis yang ditulangi dengan lapisan-lapisan jala yang bergaris tengah kecil dan menerus. Lapisan jala tersebut dapat terbuat dari bahan metal atau bahan lain yang cocok untuk digunakan.

Fero semen mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan bahan konstruksi yang lain. Menurut Tjokrodinuljo (1994), kelebihan fero semen adalah sebagai berikut:

1. Struktur yang dibuat dari fero semen dapat tipis dan ringan.
2. Akibat berat sendiri yang lebih ringan maka sangat memungkinkan untuk dibuat pabrikasi (dicetak di pabrik)
3. Cara pengerjaannya sederhana sehingga tidak memerlukan pekerja yang terlatih baik.
4. Penghematan bahan cetakan dapat dilakukan.

Dibanding dengan beton bertulang, fero semen mempunyai beberapa perbedaan. Dari segi fisik, fero semen lebih tipis, memiliki tulangan yang terdistribusi pada setiap ketebalannya, penulangan dua arah, dan materialnya hanya terdiri atas agregat halus dan semen.

Bahan Penyusun Fero semen

Bahan penyusun fero semen pada umumnya dapat dibagi menjadi dua komponen utama, yaitu matriks dan tulangan. Matriks adalah pengikat semen hidrolis yang mengandung agregat halus dan biasa disebut mortar. Matriks berfungsi untuk mengendalikan susut, menetapkan waktu, dan meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Pengikat ini sendiri merupakan material komposit terdiri dari pasta semen terhidrasi dan bahan pengisi inert. Matriks terdiri dari semen portland, pasir, air, dan bahan tambah (*addmixtures*).

Tulangan untuk fero semen umumnya berbentuk lapisan kawat jala (*wire mesh*). Ada beberapa macam ukuran dan sifat kawat jala, misalnya ada yang digalvanisi (diberi lapisan tahan karat) sebelum dianyam dan ada yang sesudah dianyam. Sifat dan kekuatan fero semen yang terbentuk akan dipengaruhi oleh ukuran tulangan, kekuatan, kekakuan, cara pembuatan, dan pengolahannya (Djausal, 2004: 30).

Kawat jala yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hexagonal wire mesh*. *Wire mesh* tersebut digunakan karena mempunyai beberapa keunggulan antara lain jarak bukaan yang cukup lebar dan mudah dibentuk sehingga memudahkan dalam pengerjaan fero semen.



Gambar 1. *Hexagonal Wire Mesh*

Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa merupakan serat alami yang berasal dari kulit luar buah kelapa yang sudah terurai dan kemudian diproses menjadi utasan serat.

Komposisi senyawa kimia sabut kelapa yang dominan adalah selulosa, hemi selulosa, dan lignin. Kandungan lignin sabut kelapa lebih tinggi dari serat alami yang lain. Kandungan lignin yang tinggi menyebabkan sabut kelapa tidak mudah rapuh, lekatan menjadi lemah, dan lebih ulet (Istiqomah dan Imran, 2012). Dalam penelitian ini serat sabut kelapa yang ditambahkan sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat total mortar yang digunakan dengan panjang 2-3 cm.



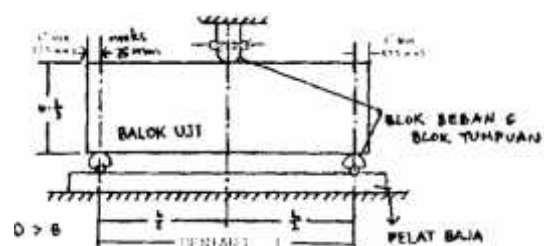
Gambar 2. Serat Sabut Kelapa

Kuat Lentur Fero semen

Perilaku lentur komposit ditentukan oleh kondisi penyusunnya. Pada fero semen komposit, material komposit yang berperan sebagai matriks adalah mortar dan serat sebagai pengisi, sehingga perilaku fero semen berserat tergantung pada tipe serat dan jumlah serat yang ditambahkan pada mortar. Kuat lentur fero semen dapat ditentukan dengan analisis kuat lentur yang serupa dengan beton bertulang biasa (Djausal, 2004).

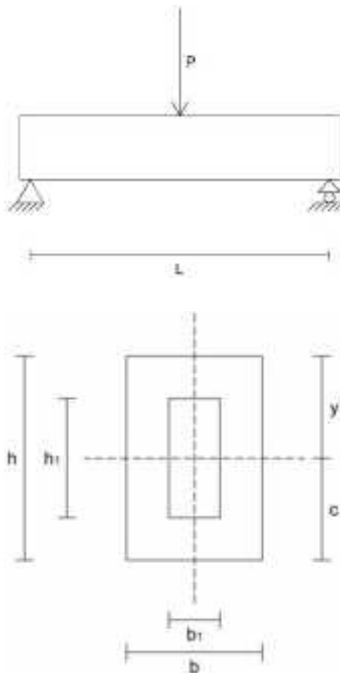
SNI 03-4154-1996 menjelaskan bahwa: "Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas". Kuat lentur fero semen adalah kemampuan fero semen dalam menahan gaya-gaya dari arah vertikal atau yang tegak lurus dengan penampang balok beton yang dinyatakan dalam satuan gaya per luas.

Pengujian kuat lentur fero semen mengacu pada SNI 03-4154-1996 tentang cara uji kuat lentur beton dengan balok uji sederhana yang dibebani terpusat langsung.



Gambar 3. Perletakan Pembebanan Benda Uji

Perhitungan kuat lentur fero semen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Gambar 4. Analisa Kuat Lentur Penampang Balok *Hollow*

$$M = \frac{1}{4} \cdot P \cdot L$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 - \frac{1}{12} \cdot b_1 \cdot h_1^3$$

$$= \frac{1}{12} \cdot (b \cdot h^3 - b_1 \cdot h_1^3)$$

$$\dagger = \frac{M \cdot y}{I} \quad (\text{E. P. Popov, 1993: 138})$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \cdot P \cdot L \cdot \frac{1}{2} \cdot h}{\frac{1}{12} \cdot (b \cdot h^3 - b_1 \cdot h_1^3)}$$

$$= \frac{3 \cdot P \cdot L \cdot h}{2 \cdot (b \cdot h^3 - b_1 \cdot h_1^3)}$$

Dimana:

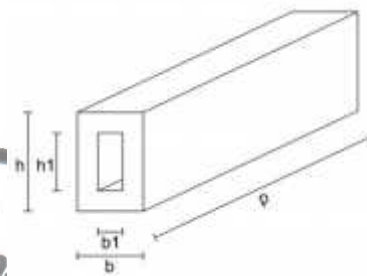
- † : Kuat Lentur benda uji (MPa)
 P : beban maksimum (N)
 L : jarak (bentang) antara dua perletakan (mm)
 b : lebar bagian luar tampang (mm)
 b₁ : lebar bagian dalam tampang (mm)
 h : tinggi bagian luar tampang (mm)
 h₁ : tinggi bagian dalam tampang (mm)

Berat Jenis Ferosemen

Berat jenis adalah perbandingan antara berat benda dibagi dengan volume benda tertentu. Berat jenis ferosemen didapat dengan

menghitung antara berat benda uji yang sebelumnya sudah ditimbang beratnya dibagi dengan volume benda uji.

Berat jenis ferosemen tergantung pada bahan penyusunnya, termasuk penambahan serat sabut kelapa. Pemilihan bentuk wiremesh dan jumlah lapisannya juga ikut mempengaruhi berat jenis ferosemen. Berat jenis ferosemen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Gambar 5. Analisa Berat Jenis Penampang Balok *Hollow*

$$v = \text{volume utuh} - \text{volume lubang}$$

$$= (p \cdot b \cdot h) - (p \cdot b_1 \cdot h_1)$$

$$= p \cdot (b \cdot h - b_1 \cdot h_1)$$

$$B_j = \frac{w}{v}$$

Dimana:

- B_j : berat jenis (kg/cm³)
 w : berat benda (kg)
 v : volume benda (cm³)
 p : panjang penampang (mm)
 b : lebar bagian luar tampang (mm)
 b₁ : lebar bagian dalam tampang (mm)
 h : tinggi bagian luar tampang (mm)
 h₁ : tinggi bagian dalam tampang (mm)

Kayu Bangunan Struktural

Kayu bangunan struktural adalah kayu bangunan yang digunakan untuk bagian struktural bangunan dan penggunaannya memerlukan perhitungan beban. Kayu tersebut mempunyai dimensi yang cukup besar dan banyak digunakan pada konstruksi rangka atap.

Berdasarkan SNI 03-3527-1994 tentang Mutu dan Ukuran Kayu Bangunan, kekuatan kayu dibagi dalam lima kelas yaitu:

Tabel 1. Kelas Kekuatan Kayu

Kelas Kayu	Berat Jenis (gr/cm^3)	Kuat Lentur Maksimal (kg/cm^2)	Kuat Tekan Maksimal (kg/cm^2)
I	> 0,90	> 1221	> 630
II	0,60 – 0,90	795	411
III	0,40 – 0,60	437	266
IV	0,30 – 0,40	278	193
V	< 0,30	< 278	< 193

(Sumber: SNI 03-3527-1994)

Jenis kayu yang bisa digunakan untuk bahan konstruksi bangunan antara lain kayu jati, merbau, bangkirai, keruing, dan akasia (Hartiono, 2014). Menurut Martawijaya Abdurahim, dkk., berat jenis dan kelas kayu sebagai bahan konstruksi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Jenis Kayu Konstruksi

Jenis Kayu	Berat Jenis Rata-Rata (gr/cm^3)	Kelas Kuat
Akasia	0,75	I – II
Bangkirai	0,91	I – II
Jati	0,67	II
Keruing	0,79	I – II
Merbau	0,88	I – II

(Sumber: Martawijaya Abdurahim, dkk.)

Berdasarkan tabel 2, jenis kayu untuk bahan konstruksi rata-rata mempunyai kelas kuat kayu I–II dan berat jenis sebesar 0,67–0,91 yang masuk dalam kelas kayu II. Pada penelitian ini ferosemen yang dihasilkan diharapkan mampu menggantikan kayu bangunan struktural dengan mempunyai kuat lentur dalam kelas kayu I dan berat jenis dalam kelas kayu II

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dibagi dalam beberapa tahapan. Tahapan ini dimulai dengan tahapan material yang digunakan, bekisting ferosemen, tahap pembuatan benda uji dan tahap pengujian.

Material

Material yang dipakai dalam pembuatan benda uji terdiri dari:

1. Semen *Portland* tipe I.
2. Agregat halus berupa pasir lolos saringan ukuran 5 mm. Dilakukan pengujian untuk mendapatkan sifat fisis dan kandungan bahan organik dari agregat halus. Pasir yang digunakan adalah pasir dari Deles, Klaten dengan sifat fisis seperti tabel berikut.

Tabel 3. Sifat Fisis Pasir

Kadar lumpur	1,07%
Kadar air	1,4%
Kadar zat organik	0 – 10%
<i>Bulk Specific Gravity</i> SSD	2,55
Modulus Kehalusan	3,8
Gradasi	Termasuk Daerah II

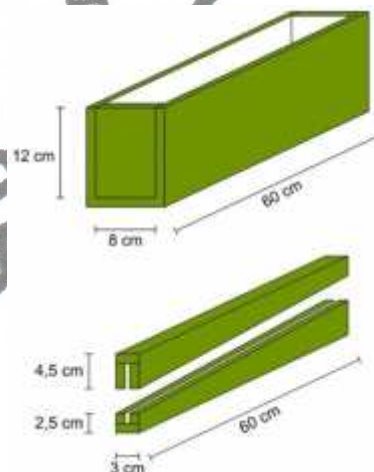
3. Air bersih yang sesuai dengan ASTM

4. Tulangan yang digunakan adalah *hexagonal wire mesh* dengan diameter 0,5 mm dan jarak bukaan 1,5 cm x 2,5 cm.

5. Sabut kelapa yang sudah dibersihkan, dipotong sepanjang 2-3 cm.

Pembuatan Bekisting

Bekisting ferosemen balok *hollow* dibuat dari bahan multiplek dengan tebal 12 mm agar bekisting tersebut dapat dipakai berulang kali. Multiplek dipotong sesuai bentuk benda uji ferosemen. Model bekisting dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian luar dan bagian dalam.

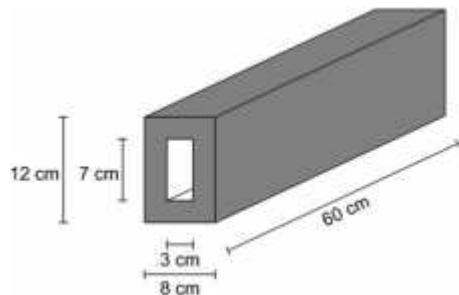
Gambar 6. Bekisting Ferosemen Balok *Hollow*

Model bekisting bagian luar berbentuk seperti huruf U agar memudahkan penuangan adukan ferosemen. Sedangkan model bekisting bagian dalam dibuat seperti pada gambar di atas. Bekisting bagian dalam dibentuk menjadi dua bagian agar memudahkan dalam pelepasan ferosemen dari bekisting.

Pembuatan Benda Uji

Campuran ferosemen yang digunakan pada penelitian ini adalah 1Pc : 2Ps : 0,5Air. . Serat sabut kelapa yang ditambahkan sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat total mortar. Serat sabut kelapa dicampurkan secara acak pada campuran mortar.

Metode pencampuran dilakukan secara kering. Tahapan ini dilakukan dengan cara semen, pasir, dan serat abut kelapa dicampur tanpa air sampai tercampur rata, baru kemudian ditambahkan air dan diaduk sampai homogen. Setelah homogen dilakukan pencetakan



Gambar 7. Model Benda Uji Fero semen

Benda uji yang disiapkan balok *hollow* ukuran 12x8x60 cm dengan ketebalan 2,5 cm. Jumlah benda uji yang dibuat adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Jumlah keseluruhan sampel fero semen

No	Persentase Penambahan Serat Sabut Kelapa	Jumlah sampel fero semen
1	0%	4 buah
2	0,5%	4 buah
3	1%	4 buah
4	1,5%	4 buah
5	2%	4 buah
Total sampel =		20 buah

Pengujian

Fero semen yang sudah mengalami perawatan 28 hari kemudian diuji kuat lentur dan berat jenisnya. Pengujian kuat lentur menggunakan alat uji kuat lentur *Universal Testing Machine*. Benda uji diberi pembebanan satu titik hingga terjadi lendutan sampai muncul retakan. Kemudian mencatat beban yang bekerja pada fero semen. Sedangkan pengujian untuk berat jenis menggunakan timbangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kuat lentur dan berat jenis fero semen dengan penambahan serat sabut kelapa ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Benda Uji fero semen

Variasi Penambahan Sabut Kelapa	Kuat Lentur (N/mm ²)	Berat jenis (kg/m ³)
0%	6,051	2362,769
0,5%	5,428	2215,837
1%	5,193	2137,677
1,5%	4,028	2032,877
2%	2,591	1893,290

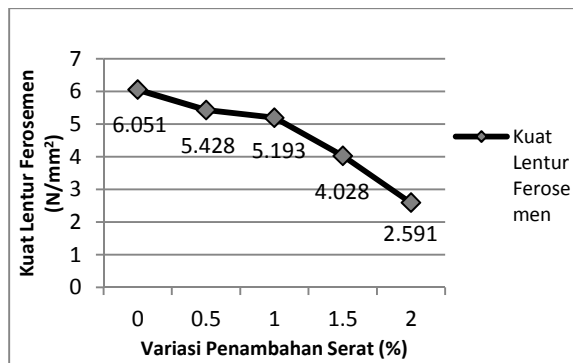
Pembahasan hasil penelitian ini menggunakan analisis regresi menggunakan program SPSS 19.0 yaitu dengan *Regression Curve Estimation*.

Tabel 6. Hasil Analisis Regresi Kuat Lentur

Model Summary and Parameter Estimates							
Dependent Variable: Variabel Y1							
Equation	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.887	141.519	1	18	.000	6.323	-1.664
The independent variable is Variabel X.							

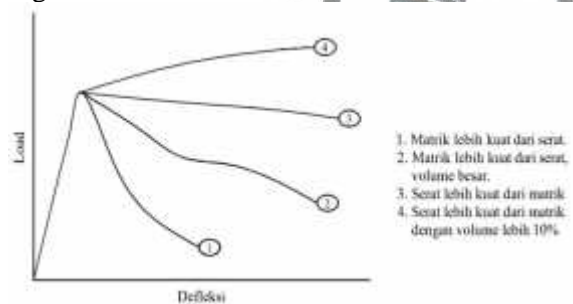
Ada pengaruh penambahan serat sabut kelapa dengan variasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% terhadap kuat lentur fero semen. Nilai signifikansi pada tabel 6 sebesar $0,000 < 0,05$ dan terlihat bahwa $F_{hitung} = 141,519$, sedangkan $F_{tabel} = 4,41$ pada $\alpha = 5\%$ $df_1 = 1$ $df_2 = 18$. $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($141,519 > 4,41$) maka dapat diartikan bahwa pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat lentur fero semen berpengaruh signifikan dan persamaan regresi dapat digunakan.

Menurut (Sugiyono, 2010:184) nilai keterpengaruhan tingkat hubungan antar variabel dilihat pula dari besarnya nilai koefisien korelasinya (R). Nilai R_{square} untuk kuat lentur fero semen sebesar 0,887, sehingga didapat R sebesar 0,942. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serat sabut kelapa berpengaruh sangat kuat terhadap kuat lentur fero semen.



Gambar 8. Hubungan Variasi Penambahan Serat Terhadap Kuat Lentur Fero semen

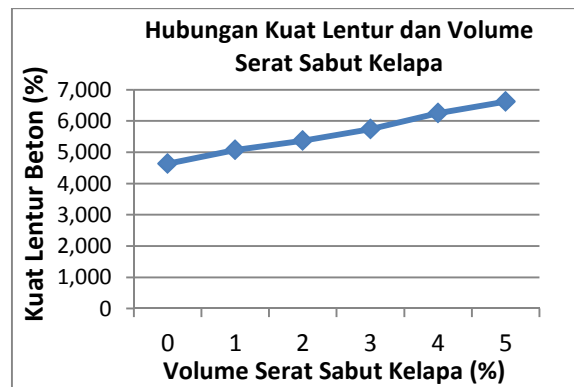
Berdasarkan grafik di atas nilai kuat lentur mengalami penurunan seiring dengan penambahan serat sabut kelapa. Hal ini berarti pengaruh penambahan serat sabut kelapa bersifat negatif terhadap kuat lentur fero semen. Menurunnya kuat lentur balok *hollow* fero semen disebabkan oleh matriks yang digunakan lebih kuat dari serat.



Gambar 9. Kurva Beban Vs Defleksi Untuk Komposit Serat Dengan Tipe Dan Volume Serat Berbeda

(Sumber: Istiqomah dan Imran, 2012)

Pada gambar di atas penurunan kuat lentur pada penelitian ini mempunyai kurva yang sama dengan kurva nomor 2 yaitu menurunnya kuat lentur untuk komposit serat dikarenakan matrik lebih kuat dari serat dan jumlah volume serat yang digunakan besar. Pada penelitian ini serat yang ditambahkan pada campuran fero semen adalah 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dari berat mortar atau benda uji. Penambahan serat ini jika dikonversi terhadap volume benda uji $0,0045 \text{ m}^3$ dengan B_j serat $79,2 \text{ kg/m}^3$ (Elhusna dkk, 2010) adalah sebesar 0%, 14,4%, 28,8%, 43,2%, dan 57,5% dari volume mortar. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Elhusna dkk tentang Pengaruh Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Lentur Beton Dengan FAS 0,5 hasil penelitiannya sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Hubungan Kuat Lentur Beton dan Serat Sabut Kelapa

(Sumber: Elhusna dkk, 2011)

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Elhusna dkk menunjukkan bahwa penambahan serat dari 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% meningkatkan kuat lentur beton. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut adalah beton normal dengan fas 0,5 dan penambahan serat 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dari volume benda uji. Grafik dari penelitian tersebut sama dengan kurva nomor 4 pada gambar 9 yaitu kuat lentur komposit meningkat karena serat lebih kuat dari matrik dengan volume lebih 10%.

Dalam penelitian yang dilakukan Miko Eniarti dengan judul Pengaruh Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Terhadap Perbaikan Sifat Mekanik Beton Normal juga disebutkan bahwa penambahan serat yang optimal untuk meningkatkan kuat lentur beton sebesar 0,5% dari volume benda uji. Hasil penelitian Miko Eniarti disajikan dalam gambar berikut:



Gambar 11. Grafik Hubungan Modulus Runtuh dan Konsentrasi Serat

(Sumber: Miko Eniarti, 2010)

Berdasarkan gambar 11 beton serat dengan konsentrasi serat serabut kelapa 0,25% dan 0,5% memiliki nilai modulus runtuh yang lebih besar dari beton normal. Seiring dengan peningkatan konsentrasi serat, nilai modulus runtuh justru semakin menurun. Menurut

Erniati, penurunan nilai modulus runtuh pada proporsi penambahan serat 0,75% dan 1,00% diduga diakibatkan oleh semakin banyak konsentrasi serat yang dimasukkan ke dalam adukan beton akan semakin mengurangi volume pasta semen, sehingga ikatan antar bahan penyusun beton tidak maksimal. Sedangkan penambahan proporsi serat 0,25% dan 0,5% memiliki nilai modulus runtuh lebih tinggi dari beton normal. Hal ini diakibatkan oleh pasta semen masih mengisi sebagian besar adukan beton sehingga lekatan antara serat serabut kelapa dengan campuran adukan beton mampu bekerja secara maksimal.

Pada penelitian ferosemen ini dapat disimpulkan bahwa yang menyebabkan menurunnya kuat lentur adalah matrik yang digunakan lebih kuat dari serat dengan campuran 1Pc : 2Ps: 0,5Air dan penambahan serat yang banyak mencapai 57,5% terhadap volume benda uji. Sehingga komposisi serat yang digunakan dalam penelitian ini tidak baik apabila digunakan dalam ferosemen dengan campuran 1Pc : 2Ps: 0,5Air jika ditinjau dari aspek kekuatan lenturnya.

Kuat lentur ferosemen yang dihasilkan pada penelitian ini meskipun turun pada tiap penambahan variasinya masih berada diatas kuat lentur kayu kelas I. Kuat lentur ferosemen terkecil ($2,591 \text{ N/mm}^2$) yang dihasilkan masih lebih besar dengan kuat lentur kayu kelas I ($1,221 \text{ N/mm}^2$). Dari variasi penambahan serat sabut kelapa sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% kuat lentur ferosemen yang telah dihasilkan sudah masuk dalam kategori kuat lentur kayu kelas I.

Tabel 7. Hasil Analisis Regresi Berat Jenis

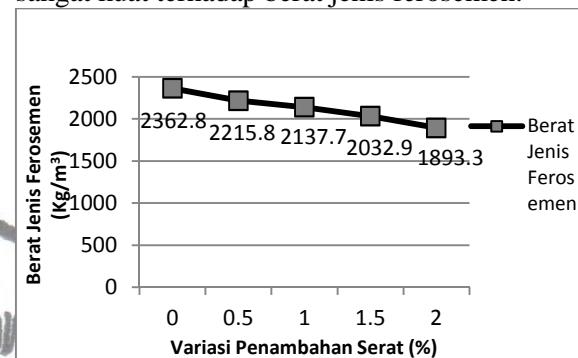
Model Summary and Parameter Estimates							
Dependent Variable: Variabel Y2							
Equation	Model Summary				Parameter Estimates		
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.960	431.760	1	18	.000	2352.874	-224.384

The independent variable is Variabel X.

Ada pengaruh penambahan serat sabut kelapa dengan variasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% terhadap berat jenis ferosemen. Nilai signifikansi pada tabel 7 sebesar $0,000 < 0,05$ dan terlihat bahwa F hitung = 431,760, sedangkan F tabel = 4,41 pada $\alpha=5\%$ $df_1=1$ $df_2=18$. F hitung > F tabel ($431,760 > 4,41$), maka dapat diartikan bahwa pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap berat

jenis ferosemen berpengaruh signifikan dan persamaan regresi dapat digunakan.

Penambahan serat sabut kelapa terhadap berat jenis ferosemen menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,960, sehingga didapat R sebesar 0,980. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serat sabut kelapa berpengaruh sangat kuat terhadap berat jenis ferosemen.



Gambar 9. Hubungan Variasi Penambahan Serat Terhadap Berat Jenis Ferosemen

Berdasarkan gambar 9 dapat disimpulkan bahwa penambahan serat sabut kelapa dapat mengurangi berat jenis ferosemen yang dihasilkan. Nilai berat jenis ferosemen tersebut semakin turun dari tiap variasi penambahan serat sabut kelapa. Hal ini disebabkan karena berat jenis dari serat sabut kelapa tergolong dalam berat jenis ringan dan jauh relatif lebih kecil daripada nilai berat jenis mortar pada campuran ferosemen. Nilai berat jenis serat sabut kelapa mempengaruhi berat jenis pada ferosemen dikarenakan nilai berat jenis suatu benda tergantung dari nilai berat jenis bahan penyusunnya.

Berat jenis yang dihasilkan dalam penelitian ini masih terlalu berat jika dibandingkan dengan berat jenis kayu kelas II. Berat jenis ferosemen terkecil ($1893,3 \text{ kg/m}^3$) yang dihasilkan masih lebih berat dari berat jenis kayu kelas II (900 kg/m^3). Dari variasi penambahan serat sabut kelapa sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% berat jenis ferosemen yang telah dihasilkan tidak masuk dalam kategori berat jenis kayu kelas II.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Ada pengaruh yang signifikan antara variasi penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat lentur fero semen. Pengaruh yang terjadi bersifat negatif, dimana serat sabut kelapa sebagai tambahan campuran fero semen mengakibatkan penurunan nilai kuat lentur fero semen.
2. Ada pengaruh yang signifikan antara variasi penambahan serat sabut kelapa terhadap berat jenis fero semen. Pengaruh yang terjadi bersifat positif, dimana serat sabut kelapa sebagai tambahan campuran fero semen dapat menurunkan nilai berat jenis fero semen.
3. Hasil pengujian kuat lentur fero semen menunjukkan variasi penambahan serat sabut kelapa 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% masuk dalam kategori kuat lentur kayu kelas I yaitu lebih dari 1,221 N/mm².
4. Hasil pengujian berat jenis fero semen menunjukkan variasi penambahan serat sabut kelapa 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% tidak masuk dalam kategori berat jenis kayu kelas II yaitu 600 – 900 kg/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2011). SNI 03-4154-1996: *Cara Uji Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Terpusat Langsung*. Badan Standarisasi Nasional
- Anonim. (2007). SNI 03-3527-1994: *Mutu dan Ukuran Kayu Bangunan*. Pusjatan-Balitbang PU
- Djausal, Anshori. (2004). *Pengantar Fero semen*. Bandar Lampung: Pusat Pengembangan Fero semen Indonesia
- E. P. Popov. (1993). *Mekanika Teknik*. Jakarta: Erlangga
- Elhusna dkk. (2011). *Pengaruh Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Lentur Beton Dengan Faktor Air Semen 0,5*. Bengkulu. Jurnal Volume 3 Program Studi Teknik Sipil Universitas Bengkulu
- Eniarti Miko. (2010). *Pengaruh Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Terhadap Perbaikan Sifat Mekanik Beton Normal*. Diperoleh 16 Juli 2014, <http://ejournal.ftunram.ac.id/abstrak.php?id=3&vol=3&edisi=1&idisi=41&baca=3>
- Istiqomah & Imran I. (2012). *Perilaku Lentur Mortar Dengan Sabut Kelapa*. Jakarta: Seminar prosiding Universitas Trisakti 1-2 November 2012
- Martawijaya Abdurahim, dkk. (2005). *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
- Mulyono, Tri. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset
- Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Tjokrodinuljo, K. (1994). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius