

Pengaruh Penambahan Variasi Abu Janggel Jagung Dengan Serat Bambu Terhadap Uji Kuat Tarik Belah

Kahfi Akbar Almachzuuni¹, Warsito², Eko Noerhayati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :
kah.fi@outlook.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :
warsito@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :
eko.noerhayati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Beton merupakan suatu material yang secara umum menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi, yang bahan penyusunnya antara lain campuran semen, agregat kasar, agregat halus, air dan atau tanpa bahan tambah lainnya. Pozzolan adalah bahan tambah yang berasal dari alam atau batuan, yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina yang reaktif. Abu janggel jagung memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu 29,7% sehingga dapat menjadi substitusi parsial dari semen. Bambu dapat menjadi bahan pengganti karena memiliki harga yang relatif murah, mudah didapatkan, alami, dan memiliki kuat tarik sebesar 4170 kg/cm². Penelitian ini menggunakan abu janggel jagung sebagai substitusi parsial dari semen dan serat bambu ukuran panjang 5 cm dan diameter 1 cm sebagai substitusi parsial dari agregat kasar. Dengan variasi prosentase substitusi abu dan serat yaitu 0:0%, 0:5%, 0:10%, 5:0%, 5:5%, 5:10%, 10:0%, 10:5%, dan 10:10%. Uji kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji silinder umur beton 14, 21, dan 28 hari. Hasil tes kuat tarik belah umur Beton 28 hari untuk beton normal diperoleh $f_{ct} = 29,0$ MPa. Prosentase penambahan abu janggel jagung 5% dan serat bambu 5% menghasilkan benda uji beton dengan nilai kuat tarik yang melebihi beton normal paling tinggi yaitu $f_{ct} = 32,1$ MPa. Hasil analisa regresi didapatkan nilai $R^2 = 0,603$ yang berarti besar pengaruh pencampuran abu janggel jagung dan serat bambu terhadap kuat tarik belah beton adalah 60,3%.

Kata Kunci: Kuat tarik belah beton, abu janggel jagung, serat bambu.

ABSTRACT

Concrete is a material that generally becomes the community's need for construction infrastructure facilities, the composition of which includes cement mixture, coarse aggregate, fine aggregate, water, and or without other added ingredients. Pozzolan is an added material derived from nature or rock, which consists mainly of reactive silica and alumina elements. Corn clover ash has a high silica content of 29.7% so that it can be a partial substitution of cement. Bamboo can be a substitute material because it has a relatively cheap price, is easily available, is natural, and has a tensile strength of 4170 kg / cm². This study uses corn clover as a partial substitution of cement and bamboo fiber with a length of 5 cm and a diameter of 1 cm as a partial substitution of coarse aggregate. With variations in the percentage of ash and fiber substitution are 0: 0%, 0: 5%, 0: 10%, 5: 0%, 5: 5%, 5: 10%, 10: 0%, 10: 5%, and 10 : 10%. Concrete tensile strength test performed on concrete specimens aged 14, 21, and 28 days. Concrete tensile strength test results 28 days for normal concrete obtained $f_{ct} = 29.0$ MPa. The percentage increase of 5% corn beard ash and 5% bamboo fiber produced concrete specimens with the highest tensile strength values than normal concrete, namely $f_{ct} = 32.1$ MPa. Regression analysis results obtained $R^2 = 0.603$ which means that the influence of mixing of corn clover and bamboo fiber on the tensile strength of concrete is 60.3%.

Keywords: *Concrete tensile strength, corn clover ash, bamboo fiber.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton adalah suatu material komposit yang digunakan sebagai konstruksi fasilitas infastruktur, yang terdiri dari campuran bahan pengisi (agregat kasar dan agregat halus), bahan pengikat (semen), dan air. Pozzolan adalah bahan tambah yang berasal dari alam atau batuan, yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina yang bereaksi dengan kapur bebas dan air, menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air (Tjokrodinuljo, 1996). Untuk mengurangi retak-retak halus (retak awal) adalah dengan menambah serat-serat pada adukan beton baik itu serat organik, maupun serat anorganik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan pozzolan alami abu jaggel jagung dan serat organik bambu pada pengujian nilai kuat tarik belah beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahan Pembentuk Beton

Pada umumnya beton terbentuk dari tiga bahan yaitu bahan pengisi (pasir dan kerikil, bahan ikat (semen), dan air. Terkadang pula ditambahkan bahan lain atau pengganti untuk merubah sifat dari beton itu sendiri. Penelitian ini bermaksud untuk menekan penggunaan semen dengan cara mengganti sebagian semen tersebut dengan bahan pozzolan dan penggunaan serat alami sebagai bahan pengganti sebagian kerikil (agregat kasar).

Bahan Pengganti

Pada penelitian ini digunakan pozzolan yang didapat dari pembakaran abu jaggel jagung karena memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu 66,83 (Adesanya, dan Raheem 2009), serta menggunakan serat bambu sebagai bahan tambah serat alami. Uji coba yang telah dilakukan Morisco (1999) dengan bambu menunjukkan nilai kuat tarik sebesar 4170 kg/cm² pada bambu bagian luar.

Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur (SNI 03-2491-2002). Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai split cylinder strength dihitung dengan rumus berikut dibawah ini:

$$f_{ct} = \frac{2P}{LD} \dots\dots\dots(1)$$

dengan : f_{ct} = kuat tarik silinder (kg/cm²)

P = beban (kg)

L = panjang silinder (cm)

D = diameter silinder (cm)

Analisa Regresi

Analisa regresi adalah teknik membangun persamaan untuk membuat prediksi atau perkiraan. Regresi linear berganda adalah analisa regresi yang menjelaskan

hubungan antara dua variabel bebas atau lebih terhadap variabel terikat. Bentuk persamaan regresi linear berganda yaitu:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + e \dots\dots\dots(2)$$

dengan : Y = variabel tidak bebas (dependent)
a, b1, b2, ... , bn = Koefisien regresi
x1, ... , xn = variabel bebas (independent)
e = kesalahan pengganggu

Simpangan Baku

Simpangan baku digunakan untuk menunjukkan ketepatan estimasi demi menjelaskan nilai variabel terikat yang sesungguhnya, dengan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3)$$

dengan : S = Simpangan baku
x = nilai data sebenarnya
 \bar{x} = nilai rerata data
n = banyak ukuran sampel

Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengetahui proporsi keragaman total dalam variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas yang ada dalam model persamaan regresi linear berganda secara bersama-sama. R^2 ditentukan dengan rumus:

$$Y_p = \alpha + (\beta_1 \cdot X_1) + (\beta_2 \cdot X_2) \dots\dots\dots(4)$$

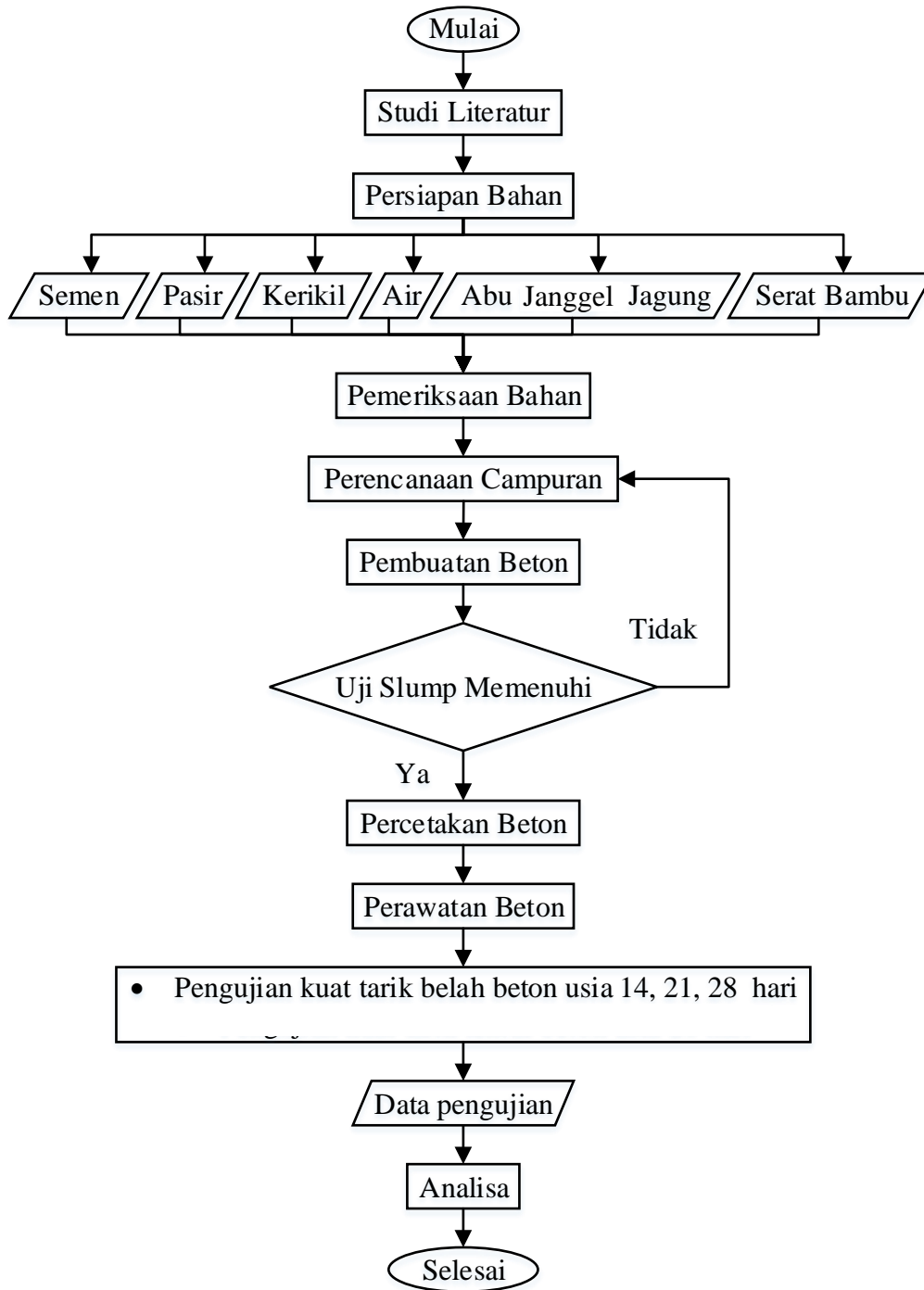
$$e = Y - Y_p \dots\dots\dots(5)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e^2}{\sum y^2} \dots\dots\dots(6)$$

dengan: Y_p = Y prediksi
e = Residu
 $R^2 = 0 \geq R^2 \geq 1$

METODE PERENCANAAN

Pada penelitian ini peneliti menentukan prosentase penggantian material tersebut, yaitu perbandingan prosentase abu jaggel jagung dan serat bambu antara lain 0%:0%, 5%:0%, 10%:0%, 0%:5%, 5%:5%, 10%:5%, 10%:0%, 10%:5%, dan 10%:10%. Pengujian dilakukan pada umur beton 14, 21, dan 28 hari dari awal percetakan benda uji. Tiap prosentase dibuat 3 benda uji sehingga jumlah benda uji yang akan dibuat adalah 81 buah.



Gambar 1 : Diagram Flow Chart

PEMBAHASAN

Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini, penulis merencanakan campuran beton dengan menggunakan metode ACI sehingga dihasilkan campuran bahan-bahan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil perencanaan campuran dan perbandingan prosentase abu janggel jagung dan serat bambu

Variasi Abu Janggel Jagung – Serat Bambu	Pc	Ps	Kr	Air	AJ	SB
%	(kg)	(kg)	(kg)	(liter)	(kg)	(kg)
0 - 0	2,1	2,8	6,6	1,0	0,0	0,0
5 - 0	2,0	2,8	6,6	1,0	0,1	0,0
10 - 0	1,9	2,8	6,6	1,0	0,2	0,0
0 - 5	2,1	2,8	6,3	1,0	0,0	0,3
5 - 5	2,0	2,8	6,3	1,0	0,1	0,3
10 - 5	1,9	2,8	6,3	1,0	0,2	0,3
0 - 10	2,1	2,8	5,9	1,0	0,0	0,7
5 - 10	2,0	2,8	5,9	1,0	0,1	0,7
10 - 10	1,9	2,8	5,9	1,0	0,2	0,7

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan pada umur 14, 21, dan 28 hari dengan cara memosisikan benda uji dengan posisi rebah pada alat uji tekan, kemudian ditekan hingga perlahan-lahan. Nilai kuat tarik belah beton adalah nilai maksimum yang ditunjukkan jarup mesin uji saat benda uji terbelah dua.

Berikut contoh perhitungan nilai kuat Tarik belah beton untuk benda uji kode A1 umur 14 hari percobaan 1:

Perhitungan kuat tarik belah (MPa)

$$\begin{aligned} F_{ct} &= \frac{2P}{LD} \\ &= \frac{2 \times 585000}{300 \times 150} \\ &= 26 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Konversi MPa ke Karakteristik mutu beton

$$1 \text{ MPa} = 1/0,0813 \text{ (K-beton)}$$

Maka, untuk benda uji beton kode A1 umur 7 hari didapat:

$$\begin{aligned} \text{nilai K} &= \frac{26 \text{ MPa}}{0,0813} \\ &= 319,80 \end{aligned}$$

Perhitungan kuat tarik belah rerata (MPa)

Hasil nilai kuat tekan untuk benda uji beton normal dikelompokkan pada kuat tarik belah beton umur 14, 21, dan 28 hari. Kemudian hasil uji pada umur 14 dan 21 hari konversikan ke umur 28 hari, lalu dirata-ratakan.

Tabel 2. konversi benda uji beton normal ke umur 28 hari

Umur uji	Kuat tarik	Konversi 28 hari	Hasil
14	26,0	0,88	29,5
	26,9		30,6
	29,1		33,1
21	25,3	0,96	26,4
	27,3		28,5
	28,7		29,9
28	25,6	1,00	25,6
	26,9		26,9
	29,3		29,3

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Diperoleh hasil nilai hitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f_{ctr} &= \frac{\sum_1^n f_{cti}}{n} \\ &= \frac{29,5 \times 30,6 \times 33,1 \times 26,4 \times 28,5 \times 29,9 \times 25,6 \times 26,9 \times 29,3}{9} \\ &= 28,9 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dengan :

f_{ctr} = kuat tarik belah beton rata-rata

f_{cti} = kuat tarik belah benda uji ke-1

n = jumlah benda uji

Perhitungan standart deviasiasi (MPa)

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f_{cti} - f_{ctr})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{43,4}{8}} \\ &= 2,3 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Perhitungan kuat tarik belah asli (MPa)

$$\begin{aligned} f_{ct} &= f_{ctr} - 1,16 \times S \\ &= 28,9 - 1,16 \times 2,3 \\ &= 26,2 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dengan :

S = Standar deviasi

1,16 = ketetapan deviasi standar untuk jumlah benda uji < 15
(SNI-03-2847-2002 pasal 7.3.2.1)

Konversi ke mutu beton

$$\begin{aligned} K &= \frac{f_{ct}}{0,0813} \\ &= \frac{26,2 \text{ MPa}}{0,0813} \\ &= 322,7 \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan Uji

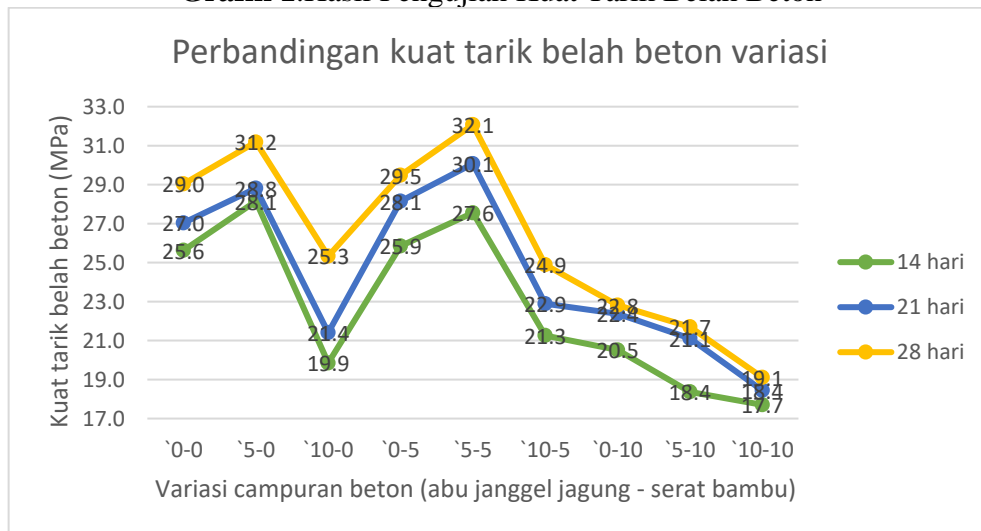
Hasil uji kuat tarik belah beton disajikan pada tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 3.Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Persentasi Abu – Serat (%)	Nilai kuat tarik belah beton (MPa)		
	Umur pengujian		
	14 hari	21 hari	28 hari
0-0	25,6	27,0	29,0
5-0	28,1	28,8	31,2
10-0	19,9	21,4	25,3
0-5	25,9	28,1	29,5
5-5	27,6	30,1	32,1
10-5	21,3	22,9	24,9
0-10	20,5	22,4	22,8
5-10	18,4	21,1	21,7
10-10	17,7	18,4	19,1

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Grafik 1.Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

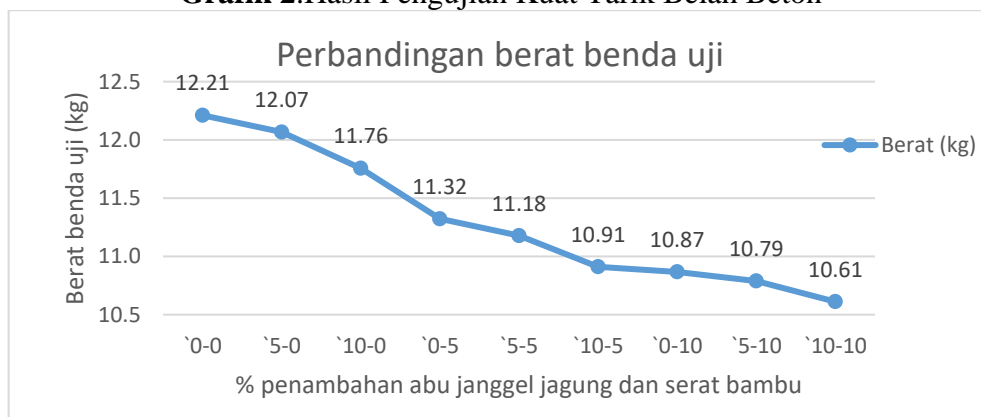


(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perbandingan Berat Benda Uji

Berikut adalah hasil penimbangan berat beton sebelum dilakukan pengujian:

Grafik 2.Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton



(Sumber: Hasil Perhitungan)

Analisa Regresi

Berikut adalah hasil penimbangan berat beton sebelum dilakukan pengujian:

Tabel 4. nilai Y yang diperoleh

Variasi (Abu – Serat)	Umur	Kuat tarik belah	Konversi	Hasil	Rerata
0 - 0	14	25,6	0,88	29,1	28,8
	21	27,0	0,96	28,2	
	28	29,0	1,00	29,0	
5 - 0	14	28,1	0,88	32,0	31,1
	21	28,8	0,96	30,0	
	28	31,2	1,00	31,2	
10 - 0	14	19,9	0,88	22,6	23,4
	21	21,4	0,96	22,3	
	28	25,3	1,00	25,3	
0 - 5	14	25,9	0,88	29,4	29,4
	21	28,1	0,96	29,3	
	28	29,5	1,00	29,5	
5 - 5	14	27,6	0,88	31,3	31,6
	21	30,1	0,96	31,3	
	28	32,1	1,00	32,1	
10 - 5	14	21,3	0,88	24,2	24,3
	21	22,9	0,96	23,8	
	28	24,9	1,00	24,9	
10 - 0	14	20,5	0,88	23,3	23,1
	21	22,4	0,96	23,3	
	28	22,8	1,00	22,8	
10 - 5	14	18,4	0,88	20,9	21,5
	21	21,1	0,96	22,0	
	28	21,7	1,00	21,7	
10 - 10	14	17,7	0,88	20,1	19,5
	21	18,4	0,96	19,2	
	28	19,1	1,00	19,1	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 5. nilai Y yang diperoleh

No.	X ₁	X ₂	Y	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₁ X ₂	X ₁ ²	X ₂ ²	Y ²
1	0	0	28,775	0	0	0	0	0	828,004
2	0,05	0	31,062	1,553	0	0	0,0025	0	964,872
3	0,1	0	23,397	2,34	0	0	0,01	0	547,430
4	0	0,05	29,393	0	1,47	0	0	0,0025	863,960
5	0,05	0,05	31,571	1,579	1,579	0,0025	0,0025	0,0025	996,757
6	0,1	0,05	24,297	2,438	1,215	0,005	0,01	0,0025	590,324
7	0	0,1	23,145	0	2,315	0	0	0,01	535,672
8	0,05	0,1	21,523	1,076	2,152	0,005	0,0025	0,01	463,252
9	0,1	0,1	19,481	1,948	1,948	0,01	0,01	0,01	379,495

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$\begin{aligned} \sum x_1^2 &= \sum X_1^2 - \frac{(\sum X_1)^2}{n} = 0,038 - \frac{0,45^2}{9} = 0,015 \\ \sum x_2^2 &= \sum X_2^2 - \frac{(\sum X_2)^2}{n} = 0,038 - \frac{0,45^2}{9} = 0,015 \\ \sum y^2 &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} = 6169,765 - \frac{232,644^2}{9} = 156,052 \\ \sum x_1y &= \sum X_1Y - \frac{\sum X_1 \cdot \sum Y}{n} = 10,925 - \frac{0,45 \cdot 232,644}{9} = -0,707 \\ \sum x_2y &= \sum X_2Y - \frac{\sum X_2 \cdot \sum Y}{n} = 10,678 - \frac{0,45 \cdot 232,644}{9} = -0,954 \\ \sum x_1x_2 &= \sum X_1X_2 - \frac{\sum X_1 \cdot \sum X_2}{n} = 0,0225 - \frac{0,45 \cdot 0,45}{9} = 0 \\ \beta_1 &= \frac{(\sum x_2^2 \cdot \sum x_1y) - (\sum x_2y \cdot \sum x_1x_2)}{(\sum x_1^2 \cdot \sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} = \frac{(0,015 \cdot -0,707) - (-0,954 \cdot 0)}{(0,015 \cdot 0,015) - 0^2} = -47,128 \\ \beta_2 &= \frac{(\sum x_1^2 \cdot \sum x_2y) - (\sum x_1y \cdot \sum x_1x_2)}{(\sum x_1^2 \cdot \sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} = \frac{(0,015 \cdot -0,954) - (-0,707 \cdot 0)}{(0,015 \cdot 0,015) - 0^2} = -63,620 \\ \alpha &= \frac{\sum Y - (\beta_1 \cdot \sum X_1) - (\beta_2 \cdot \sum X_2)}{n} = \frac{232,644 - (-47,128 \cdot 0,45) - (-63,620 \cdot 0,45)}{9} = 31,387 \end{aligned}$$

Rumus persamaan regresi untuk penelitian ini adalah :

$$y' = 31,387 - 47,128 \cdot x_1 - 63,620 \cdot x_2$$

Menghitung Koefisien Determinasi :

1. Menghitung Y prediksi dan Residu

Tabel 6. Perhitungan Y prediksi dan Residu

X1	X2	Y	Y pred.	e	e ²
0	0	28,775	31,387	-2,612	6,821
0,05	0	31,062	29,030	2,032	4,129
0,1	0	23,397	26,674	-3,277	10,737
0	0,05	29,393	28,206	1,187	1,410
0,05	0,05	31,571	25,849	5,722	32,742
0,1	0,05	24,297	23,493	0,804	0,646
0	0,1	23,145	25,025	-1,880	3,535
0,05	0,1	21,523	22,668	-1,145	1,311
0,1	0,1	19,481	20,312	-0,831	0,691
				Σ	62,023

(Sumber : Hasil Perhitungan)

2. Menentukan R kuadrat

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e^2}{\sum y^2} = 1 - \frac{62,023}{156,052} = 0,603$$

$$R^2 = 60,3 \%$$

PENUTUP

Kesimpulan

1. a. Hasil tes kuat tarik belah untuk beton normal diperoleh $f_{ct} = 29,0$ MPa
- b. Prosentase penambahan abu janggel jagung 5% dan serat bambu 5% menghasilkan benda uji beton dengan nilai kuat tarik yang melebihi beton normal paling tinggi yaitu $f_{ct} = 32,1$ MPa

- c. Penambahan abu janggel jagung 10% dan serat bambu 10% menghasilkan benda uji dengan nilai kuat tarik belah beton terendah yaitu $f_{ct} = 19,1$ MPa.
2. Penambahan abu janggel jagung dan serat bambu dapat membuat kuat tarik belah beton menjadi bervariasi serta lebih ringan.
3. Setelah dilakukan Analisa regresi, maka didapatkan nilai $R^2 = 0,603$ yang berarti besar pengaruh pencampuran abu janggel jagung dan serat bambu terhadap kuat tarik belah beton adalah 60,3%. Sedangkan sisanya ($100\% - 60,3\% = 39,7\%$) dipengaruhi oleh variabel lain di luar persamaan regresi ini atau variabel yang tidak diteliti. Nilai $R^2 = 0,603$ berarti penambahan abu janggel jagung dan serat bambu memberikan terhadap kuat tarik belah beton tetapi tidak terlalu signifikan jika penambahan terlalu banyak.

Saran

1. Penambahan abu janggel jagung dan serat bambu bisa menaikkan kuat Tarik belah yang cukup baik sehingga dapat untuk struktur beton pada balok yang menerima tegangan Tarik.
2. Pada saat pelaksanaan penelitian, mencakup uji material, pengerjaan beton, dan perawatan beton diharapkan mengikuti aturan standar yang berlaku guna mendapatkan hasil yang akurat.
3. Pemilihan bahan tambah juga diperhatikan, serta perlu mengetahui tingkat kalibrasi alat uji.
4. Dokumentasi sangat penting dalam melakukan penelitian, perbanyak dokumentasi baik berupa fotomaupun dokumen yang dikeluarkan pihak lab guna mendukung kelaidan data penelitian.
5. Diharapkan untuk penelitian berikutnya memakai persentase bahan tambah antara 1% sampai 5% karena dalam penelitian ini didapatkan hasil tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Nafiri.
- Adesanya, D.A. dan A.A. Raheem. 2009. *Development of Corn Cob Ash Blended Cement. Construction dan Building Materials*. Nigeria: Ladoke Akintola University of Technology.
- Morisco, R.B. 1999. *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- SNI 03-2491-2002. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.