

PENGARUH ABU TULANG SAPI SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS DALAM PEMBUATAN BETON *READY MIX*

*Satria Agung Wibawa¹, Yuyu Sriwahyuni Hamzah², Andrew Mahendra Wibawa³

^{1,3}Fakultas Teknik, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo

²Fakultas Teknik, Universitas Sunan Giri, Surabaya

^{*)}Email: Sagungwibawa@gmail.com

ABSTRACT

In this study the authors aimed to determine the effect of using beef bone aggregate as an added ingredient for sand (fine aggregate) as well as an added ingredient for making ready mix concrete. The percentage levels of beef bones used in this study were 4%, 6% and 17%. In the manufacture of the test object is done by mixing the binder (cement), sand (fine aggregate and cow bone ash), gravel (coarse aggregate) and water using the experimental method. Samples of specimens were made using cylindrical molds (molds) and treated. The concrete compression test was carried out using a press machine, the mix design plan for making concrete was planned at 30 MPa. The total test objects made in this study were 20 pieces. The results of the test object with a cow bone ash content of 4% obtained compressive strength results of 7.58MPa 8.775 MPa 11.21 MPa 10.92 MPa and 10 MPa with an average value of 9.7 MPa. From the results of the addition of 6% beef bone ash, the results were 9.79 MPa, 9.73 MPa, 8.03 MPa, 9.23 MPa and 13.36 MPa and an average value of 10 MPa, for results with an addition of 17% cow bone ash was 10.3 MPa, 18.11 MPa, 15.28 MPa, 16.53 MPa and 19.13 MPa with an average yield of 15.87 MPa

Keyword: Concrete, Cow Bone Ash, Compressive masive, Aggregate.

ABSTRAK

Dalam penelitian ini penulis bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat tulang sapi sebagai bahan tambah pasir (agregat halus) juga sebagai bahan tambah pembuatan beton *ready mix*. Kadar prosentasi tulang sapi yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 4%, 6% dan 17% terhadap berat dari agregat halus. Pada pembuatan benda uji dilakukan dengan cara mencampur bahan pengikat (semen), pasir (agregat halus dan abu tulang sapi), kerikil (agregat kasar) dan air dengan menggunakan metode eksperimental. Contoh benda uji dibuat dengan menggunakan cetakan silinder (*mold*) serta dilakukan perawatan. Uji tes tekan beton dilakukan menggunakan alat mesin tekan, rencana *mix design* untuk pembuatan beton direncanakan sebesar 30 MPa. Total benda uji yang dibuat pada penelitian ini sebanyak 20 buah. Hasil benda uji dengan kandungan abu tulang sapi sebesar 4% didapatkan hasil kuat tekan 7,58MPa, 8,775 MPa, 11,2 MPa, 10,92 MPa dan 10 MPa dengan hasil nilai rata-rata 9,7 MPa. Dari hasil penambahan abu tulang sapi sebesar 6% didapatkan hasil 9,79 MPa, 9,73 MPa, 8,03 MPa, 9,23 MPa dan 13,36 MPa dan nilai rata-rata sebesar 10 Mpa, untuk hasil dengan penambahan 17% abu tulang sapi adalah 10,3 MPa, 18,11 MPa, 15,28 MPa, 16,53 MPa dan 19,13 MPa dengan hasil rata-rata 15,87 MPa.

Kata kunci: Beton, Abu Tulang Sapi, Kuat tekan, Agregat,

PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, kadang kadang dengan bahan tambahan (aditif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu sampai menjadi satu kesatuan yang homogen [1] - [3]. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dan air [4].

Beton merupakan material konstruksi yang saat ini sudah sangat umum digunakan. Berbagai macam bangunan sudah menggunakan material dari beton [5]. Pentingnya peranan konstruksi beton menuntut suatu kualitas beton yang memadai. Penelitian penelitian yang telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik. Beberapa keunggulan beton sebagai bahan konstruksi antara lain mempunyai kuat tekan yang tinggi, bisa mengikuti bentuk bangunan secara bebas, tahan terhadap api serta biaya perawatan yang relatif cukup murah [6], [7].

Sapi adalah hewan ternak yang dimanfaatkan untuk menghasilkan daging dan susu. Dari hasil pemotongan sapi akan menghasilkan produk utama yaitu berupa daging, Tetapi tulangnya merupakan bagian yang belum dapat dimanfaatkan secara optimal dan menyeluruh [8] - [10]. Tulang sapi mengandung kurang lebih 50% air, 50% sumsum dan 96% kandungan lemak. Tulang yang telah mengalami penghilangan (degreasing) terdiri dari bahan organik dengan perbandingan 1:2 persenyawaan organik dalam tulang disebut ossein yang apabila didihkan atau diekstraksi akan menghasilkan gelatin.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan beton dalam penelitian ini adalah:

1. Semen Portland, yang terdiri dari empat unsur penting yaitu, trikalsium silikat (C3S), dikalsium silikat(C2S), trikalsium aluminat (C3A), dan tetrakalsium aluminoforit (C4AF).
2. Agregat Halus.
3. Agregat Kasar (Kerikil) dengan ukuran 40mm.
4. Air
5. Abu Tulang Sapi, yang terdiri dari unsur- unsur Gelatin (C102H151N31) sebesar 11,1%, Kalsium Fosfat (Ca3(PO4)2) sebesar 57,55%, Kalsium Karbonat (CaCO3) sebesar 3,85%, Magnesium Fosfat (Mg3(PO4)2) sebesar 2,05% dan Sodium Karbonat (NaHCO3) sebesar 3,45%.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Ayakan (ukuran 4,75 – 0,15 mm) untuk pasir dan ukuran (19-4,75 mm) untuk kerikil.
2. *Sand Absorption Cone and Temper*
3. Timbangan
4. Loyang, Cetok
5. Ember
6. Gelas ukur (ukuran 1000 ml)
7. Kerucut Abrams
8. *Concrete Cylinder Mold* (Ukuran 15 x 30cm)
9. *Concrete Mixer*
10. *Concrete Compression Machine*

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu, tahap pertama adalah persiapan bahan yang akan digunakan untuk penelitian yang meliputi semen, pasir, kerikil, air dan bahan tambah abu tulang sapi, untuk bahan tambahanya sendiri diperoleh dari pembelian online di marketplace dikarenakan waktu yang terbatas untuk memproses bahan dasar tulang sapi hingga mencapai tahap serbuk yang memerlukan banyak sekali tahap, kemudian dilanjutkan pada tahap selanjutnya pemeriksaan benda uji yang meliputi pemeriksaan kelayakan material-material yang akan digunakan pada penelitian ini, untuk tahap ketiga yaitu proses pencampuran bahan- bahan penelitian sesuai rencana perhitungan Mix Design 30 MPa.

Tahap selanjutnya dengan mencampur semua material yang sudah disiapkan pada tempat yang sudah disediakan dan akan dicetak didalam sebuah cetakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. untuk pembuatan beton pada penelitian ini menggunakan bahan tambah abu tulang sapi sebesar presentasi 4%, 6% dan 17% sebagai bahan tambah agregat halus (pasir) terhadap berat dari pasir.

Dibuat sample beton sebanyak 20 biji dengan pembagian per sample 4%, 6%, 17% dan beton normal masing masing sebanyak 5 benda uji dan akan diuji pada umur beton 28 hari, sebelum dilakukan test kuat tekan, beton yang akan diuji akan direndam didalam air selama 14 hari kalender, proses ini dinamakan curing beton. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental untuk mengetahui hubungan sebab akibat dari penambahan abu tulang sapi pada pasir terhadap peningkatan kekuatan kuat tekan beton.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Usia atau umur benda uji telah ditentukan, yaitu 28 hari setelah itu kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton yang menggunakan *Concrete Compresing Machine*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan hancur benda uji. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan beton menggunakan persamaan 1:

$$\text{Kuat Tekan } F_c = P/A \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

Fc = Kuat Tekan Beton (MPa)
 P = Beban Maksimum (N)
 A = Luas Penampang Benda Uji (mm²)

Perhitungan *Mix Design*

Pada penelitian ini komposisi dalam bahan campuran beton ditentukan dengan perhitungan *Mix Design*. Perhitungan bahan campuran dapat dilihat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. *Mix Design*

No	Keterangan	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Rencana	30	MPa
2	Deviasi Standar	7	MPa
3	Margin	12	MPa
4	Kekuatan rata-rata (target)	30+12	MPa
5	Jenis semen	Tipe 1	
6	Jenis agregat (pasir dan kerikil)		
7	Fas (faktor air semen)	0,39 (28 hari)	
8	Fas max	0,6	
9	Nilai slump	7,5-15	Cm
10	Kadar air bebas	60-180	Mm
11	Ukuran max kerikil	40	Mm
12	Kebutuhan air	205	Liter
13	Kebutuhan semen	205:0,39	
14	Kebutuhan semen Min	525,64	
15	Zona butiran pasir	Zona 2	
16	Persen pasir	35%	
17	Berat jenis relatif	2,6	
18	Berat isi beton	2500	Kg/m ³
19	Kadar agregat gabungan	1769,36	Kg/m ³
20	Kadar pasir	619,276	Kg/m ³
21	Kadar kerikil	1150,084	Kg/m ³
22	Kadar abu tulang sapi	4380,75	Kg/m ³

Pada perhitungan rencana campuran adukan beton memakai Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2823-2000). Dari perhitungan pada tabel 1 didapat kebutuhan per 1m³:

- a. Air : 205 Liter
- b. Semen : 525,64 kg
- c. Agregat halus : 619,276 kg
- d. Agregat kasar : 1150,084 kg

Adapun untuk kebutuhan bahan adukan dalam pembuatan 1 *Mold silinder* dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dalam satu cetakan sebagai berikut:

- a. Vol tabung : $\pi \times r^2 \times t = 3,14 \times 7,5^2 \times 30 = 0,00053 \text{ m}^3$
- b. Air : $205 \times 0,00053 = 1,086 \text{ liter}$
- c. Semen : $525,64 \times 0,00053 = 2,785 \text{ kg}$
- d. Pasir : $619,276 \times 0,00053 = 3,282 \text{ kg}$
- e. Kerikil : $1150,08 \times 0,00053 = 6,095 \text{ kg}$
- f. Abu Tulang sapi : kadar 4%(0,649) + 6%(0,973) + 17%(2758,25) = 4380,75 kg

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan setelah umur beton telah sesuai rencana yaitu 28 hari, dan diuji dengan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM), pada benda uji ditekan dan di hitung waktu saat mesin menekan benda uji hingga mencapai tekanan maksimal. Berikut ini adalah contoh perhitungan kuat tekan pada beton nomor 1 dengan presentase kadar abu tulang sapi sebesar 17%:

- a. *Sample no. 5* (17%) : $338 \times 1000 = 338000 \text{ N}$
- b. Luas penampang (ukuran $30 \times 15 \text{ cm}$) = $3,14 \times 75 \times 75 = 17662,5 \text{ mm}^2$
- c. $F_c = 33800 : 17662,5 = 19,13 \text{ MPa}$

Tabel 2. Kuat tekan beton normal 0% (28 hari)

No	Kadar Abu Tulang Sapi	Berat Beton	MPa	Rata- rata (MPa)
1	0% (normal)	12,51	13	12,9
2		12,45	12,8	
3		13,75	13,7	
4		11,71	11,7	
5		12,25	13,3	

Tabel 3. Kuat tekan beton variasi 4% (28 hari)

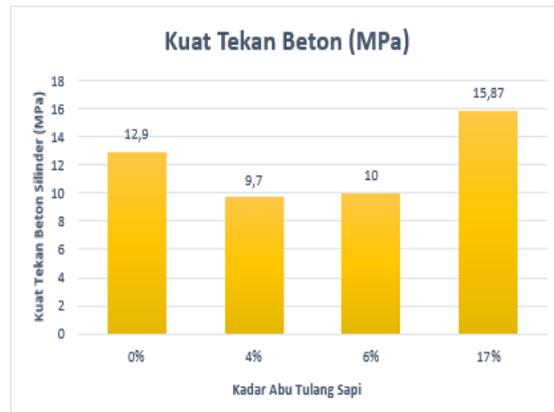
No	Kadar Abu Tulang Sapi	Berat Beton	MPa	Rata- rata (MPa)
1	4%	12,48	7,58	9,7
2		12,32	8,78	
3		12,15	11,2	
4		12,37	10,9	
5		12,25	10	

Tabel 4. Kuat tekan beton variasi 6% (28 hari)

No	Kadar Abu Tulang Sapi	Berat Beton	MPa	Rata- rata (MPa)
1	6%	12,36	9,79	10
2		12,54	9,73	
3		12,51	8,03	
4		12,79	9,28	
5		12,51	13,3	

Tabel 5. Kuat tekan beton variasi 17% (28 hari)

No	Kadar AbuTulang Sapi	Berat Beton	MPa	Rata- rata (MPa)
1	17%	12,52	10,3	15,8
2		12,03	18,1	
3		11,74	15,2	
4		11,53	16,5	
5		11,59	19,1	



Gambar 1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton rata-rata

Rata-rata hasil kuat tekan (MPa) pada beton normal dan dengan penambahan variasi abu tulang sapi terhadap penambahan pasir sebanyak masing-masing 5 benda uji dapat dilihat dibawah ini:

- a. Beton normal = 12,9 Mpa
- b. Beton *mix design* (4%) = 9,7 Mpa
- c. Beton *mix design* (6%) = 10 Mpa
- d. Beton *mix design* (17%) = 15,87 Mpa

Pada penelitian ini didapati penurunan dari rencana awal 30MPa dikarenakan pada bahan penambah abu tulang sapi ketika akan dilakukan untuk pencampuran masih dalam keadaan lembab dan belum dijemur.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari data hasil pengujian yang meliputi analisis data, eksperimental dan hasil itu bisa disimpulkan bahwa beton *mix design* menggunakan penambahan abu tulang sapi sebesar presentasi 4% 6% dan 17% terhadap bahan tambah agregat halus (pasir) dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Adanya penambahan abu tulang sapi sebagai bahan tambah agregat halus terhadap kuat tekan beton selama 28 hari didapatkan hasil kurang dari 30 MPa.
- b. Semakin banyak presentase penambahan kadar serbuk abu tulang sapi sebagai bahan tambah maka kuat tekan beton juga akan semakin kuat.
- c. Dari hasil akhir rata-rata antara beton normal dengan beton Mix Design ternyata lebih kuat beton *Mix Design* yang menggunakan bahan tambah abu tulang sapi sebagai bahan tambah agregat halus khususnya pada presentase penambahan 17%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ginting and W. Malau, "Analisis perbandingan mutu beton dengan menggunakan berbagai cara pengadukan (ready mix, molen dan manual)," *Jurnal Darma Agung*, vol. 28, no. 1, pp. 106–114, 2020.
- [2] A. Frederika and I. A. R. Widhiawati, "Analisis produktivitas metode pelaksanaan pengecoran beton ready mix pada balok dan pelat lantai gedung," *Jurnal Spektran*, vol. 5, no. 1, pp. 1–87, 2017, [Online]. Available: <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/>
- [3] D. A. D. Purnamawanti, K. J. Priyanto, and F. Nurhidayah, "Beton Self Compacting Concrete ramah lingkungan yang berkelanjutan dengan pemanfaatan limbah abu marmer, abu sekam padi dan abu batu," *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, vol. 28, no. 1, pp. 36–45, 2023.
- [4] A. Mukhlis and Bunyamin, "Pengaruh penggunaan agregat tulang sapi terhadap kuat tekan beton," *PORTAL Jurnal Teknik Sipil*, vol. 12, no. 1, 2020.
- [5] A. Nusantoro and N. F. Ramadhani, "Pengaruh abu tulang sapi terhadap kenaikan kuat tekan beton," *Jurnal Surya Beton*, vol. 5, no. 1, pp. 20–27, 2021.
- [6] H. Riyanto, "Pengaruh penggunaan semen Pozzolan tipe-A terhadap ruat tekan beton," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, 2015.
- [7] R. A. Polii, M. D. J. Sumajouw, and R. S. Windah, "Kuat tekan beton dengan variasi agregat yang berasal dari beberapa tempat di Sulawesi Utara," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 3, no. 3, pp. 206–211, 2015.
- [8] A. F. D. Wathi, S. Wardhani, and M. M. Khunur, "Pengaruh perbandingan massa Ca:P terhadap sintesis hidroksiapatit tulang sapi dengan metode kering," *Kimia Student Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 196–202, 2014.

- [9] P. Previanti, H. Sugiani, U. Pratomo, and Sukrido, “Daya serap dan karakterisasi arang aktif tulang sapi yang teraktivasi natrium karbonat terhadap logam tembaga,” *Chimica et Natura Acta*, vol. 3, no. 2, pp. 48–53, 2015.
- [10] D. Darwis, E. P. D. Trisno, and Iqbal, “Analisis sifat-sifat fisik keramik dengan bahan dasar tulang sapi dan lempung asal desa Sidera kecamatan Sigi Biromaru,” *Natural Science: Journal of Science and Technology ISSN*, vol. 7, no. 2, pp. 259–267, 2018.