

Pengaruh Abu Tulang Sapi Terhadap Kenaikan Kuat Tekan Beton

Agung Nusantoro^{1,*}, Nur Fadhilah Ramadhani²

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo^{1,2}

agungnusantoro@umpwr.ac.id*

Abstrak. Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan pada bangunan sipil di Indonesia, karena bahannya mudah didapat, biaya murah dan mempunyai kekuatan yang tinggi. Seiring kemajuan jaman beton mengalami perubahan baik dari mutu, kualitas, dan teknik pembuatannya. Untuk meningkatkan mutu beton dengan cara menambahkan zat aditif yang banyak dijumpai dipasaran. Untuk itu perlu inovasi dalam meningkatkan mutu beton dengan bahan tambah yang berupa limbah. Pemanfaatan bahan lokal menggunakan abu tulang sapi merupakan salah satu solusi yang tepat. Komposisi kapur pada abu tulang sapi yang cukup besar membuat abu ini bersifat pozzolan yang bila dicampur dengan semen dapat menambah mutu beton. selain untuk meningkatkan mutu beton juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan karena tulang sapi termasuk bahan yang sulit terurai dengan proses alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pencampuran abu tulang sapi pada beton normal terhadap nilai kuat desak beton. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode eksperimental (percobaan) yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purworejo. Proses pembuatan abu tulang dengan cara pembakaran tulang sapi dengan suhu 400-550°C selama 3.5 jam dan lolos saringan no 100. Penambahan komposisi abu tulang sapi yang digunakan terhadap beton normal dengan variasi 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Pembuatan benda uji berbentuk silinder berukuran 15 x 30 cm dan di uji pada umur 7,14,dan 28 hari. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada penambahan abu tulang sapi tertinggi adalah 5% abu tulang sapi dari berat semen dengan hasil kuat tekan beton 21,76 MPa meningkat 17,44 %. Nilai-nilai yang telah diperoleh dari variasi komposisi 5% memenuhi mutu beton yang direncanakan.

Kata Kunci : beton, kuat tekan beton, abu tulang sapi

Abstrack. Concrete is a construction material that is often used in civil buildings in Indonesia, because the material is easy to obtain, low cost and has high strength. Along with the progress of the era of concrete, there have been changes in quality, quality, and manufacturing techniques. To improve the quality of concrete by adding additives that are often found in the market. For that we need innovation in improving the quality of concrete with added materials in the form of waste. Utilization of local materials using cow bone ash is one of the right solutions. The lime composition in the cow bone ash which is large enough to make this ash has a pozzolanic nature which when mixed with cement can increase the quality of the concrete. In addition to improving the quality of concrete, it can also reduce environmental pollution because cow bones are a material that is difficult to decompose by natural processes. This study aims to determine the effect of mixing variations of cow bone ash in normal concrete on the value of concrete pressure strength. In this study, researchers used an experimental method (experiment) which was carried out at the Laboratory of the Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Purworejo. The process of making bone ash by burning beef bones at a temperature of 400-550 ° C

for 3.5 hours and passing sieve no. 100. Addition of the composition of cow bone ash used to normal concrete with variations of 0%, 2.5%, 5%, and 7, 5%. Manufacture of cylindrical specimens measuring 15 x 30 cm and tested at the age of 7.14 and 28 days. From the test results showed that the compressive strength of concrete in the addition of the highest cow bone ash was 5% cow bone ash from the weight of cement with the results of the concrete compressive strength 21.76 MPa increased 17.44%. The values that have been obtained from the variation in the composition of 5% meet the quality of the planned concrete.

Keyword: concrete compressive strength, cow bone ash

1. Pendahuluan

Dalam pekerjaan konstruksi bangunan, beton merupakan suatu bahan bangunan yang sangat populer, dan sudah menjadi kebutuhan pokok sekaligus sebagai bahan dasar utama. Beton adalah suatu bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi campuran agregat dan pengikat semen. Pada prinsipnya beton terbentuk oleh agregat, portland semen, air, dan mungkin memakai bahan tambah yang bersifat semen; misalkan *fly ash* untuk alasan lebih ekonomis dan sering juga bahan tambahan kimia untuk akselerasi atau menghambat hidrasi, meningkatkan kelecakan, mengurangi kebutuhan air, meningkatkan kekuatan atau mengubah sifat-sifat lain beton segar. (ACI 212.3R). Banyak penelitian mengenai beton yang telah dilakukan dan akan terus berlanjut dalam upaya pengembangan teknologi beton. Seiring dengan perkembangan zaman dan pesatnya teknologi serta inovasi dalam dunia konstruksi menyebabkan kebutuhan bahan bangunan juga terus meningkat. Biasanya untuk mempercepat pekerjaan beton diperlukan bahan tambahan lain untuk membantu proses pemadatan beton dengan kualitas normal.

Untuk mempercepat pengerasan dan kekuatan beton digunakan bahan tambah. Bahan tambah tersebut berupa bahan kimia yang dicampurkan dalam adukan beton dan banyak dijual di toko bangunan. Dalam penelitian ini penulis akan memanfaatkan tulang sapi yang sudah menjadi limbah untuk bahan campuran semen terhadap kuat tekan beton, sehingga dapat mengurangi limbah tulang yang susah terurai. Secara kimia abu tulang terdiri dari oksida logam berupa 55,82% CaO; 42,39% P₂O₅; 1,40% MgO; 0,43% CO₂; 0,09% SiO₂; 0,08% Fe₂O₃ dan 0,06% Al₂O₃. Berdasarkan komposisi kimia tersebut kandungan *kalsium oksida* (CaO) pada abu tulang cukup tinggi, sehingga abu tulang berpotensi sebagai *adsorben* (*Adsorben* adalah zat padat yang dapat menyerap partikel fluida) dan banyak digunakan untuk *dehydrator*. (menurut penelitian kimia Kampus Binawidya Pekanbaru). Mengetahui hal tersebut penulis memanfaatkan kandungan CaO pada *bone ash* untuk membantu meningkatkan kuat tekan beton beton.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu tulang sapi terhadap kuat tekan beton. Dan juga dalam penelitian ini akan membandingkan nilai kuat tekan beton normal dengan kuat tekan beton dengan penambahan abu tulang sapi.

Menurut Anam dkk (2011) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Pengaruh Abu Tulang dan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan Pasta Semen, dengan menggunakan metode analisa XRF (*X-Ray Fluorescence Analyze*) dapat diketahui bahwa kandungan unsur terbesar dalam tulang sapi adalah kalsium dan fosfat. Dengan kadar unsur Kalsium (Ca) sebesar 87.41%, dan kadar unsur fosfat sebesar 11,3 %. penambahan *Bone Ash* (BA) prosentase 10 % pada campuran pasta cement dapat menaikkan kuat tekan optimum. Hal ini dikarenakan senyawa Hidroxyapatite (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) dalam abu tulang dan CaO.SiO₂.H₂O (C-S-H) hasil hidrasi semen, keduanya mampu membentuk suatu struktur matriks yang lebih kompak sehingga terbentuklah *composite* HPA/C-S-H (gambar 7.b). Akan tetapi kadar Kalsium Hidroxyde (Ca(OH)₂) yang juga merupakan hasil hidrasi cement tidak menurun. Menurunkannya kadar Kalsium Hidroxyde (Ca(OH)₂) dapat meningkatkan kuat tekan. Namun BA tidak dapat menurunkan kadar Kalsium Hidroxyde (Ca(OH)₂). Hal ini dikarenakan material BA tidak bersifat

pozzolanic. Jadi peningkatan kuat tekan oleh penambahan BA ini hanya disebabkan oleh terbentuknya *composite* HPA/C-S-H yang memiliki struktur matriks yang lebih kompak.

Penelitian lain dilakukan oleh Karwur dkk (2013) dengan judul Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen di mana menggunakan serbuk kaca dengan variasi penggunaannya 0%, 6%, 8%, 10%, 12%, dan 15%. Adapun hasil penelitiannya yaitu nilai kuat tekan pada umur beton 28 hari untuk kaca 6%, kaca 8% dan kaca 10% mengalami peningkatan terhadap kaca 0% tetapi, nilai kuat tekan beton pada variasi berikutnya yaitu pada kaca 12% dan kaca 15% mengalami penurunan. Nilai kuat tekan optimum didapat pada variasi kaca 10% yaitu 31,1 MPa.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metodologi eksperimental dengan pendekatan kondisi lapangan yang dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Purworejo. Pada penelitian ini beton yang dibuat merupakan beton normal yang ditambah dengan abu tulang sapi dengan lolos saringan nomor 100. Untuk mengetahui pengaruh penambahan abu tulang sapi maka dibuat variasi penambahan abu tulang sapi sebagai beikurt : 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dari berat semen yang digunakan. Untuk mengetahui tingkat kenaikan nilai kuat tekan beton pengujian kuat tekan beton direncanakan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Adapun tahapan penelitian yang akan menjadi dasar dalam pelaksanaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan kajian literatur berupa buku, jurnal ilmiah, prosiding, serta informasi yang terkait dengan penelitian.
2. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Sungai Bogowonto dan agregat halus berasal dari Sungai Progo.
3. Tulang sapi diambil dari limbah pedagang pasar.
4. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan agregat halus.
5. Pemeriksaan modulus halus butir (MHB) agregat kasar dan agrgat halus untuk mengetahui gradasi dari agregat tersebut.
6. Pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir.
7. Pembuatan abu tulang sapi dengan pembakaran pada suhu 400-550°C.
 - a. Perancangan mutu beton dengan menggunakan SNI 03-2847-2002.
8. Menentukan variasi komposisi abu tulang sapi.
9. Pembuatan benda uji dalam bentuk silinder
10. Perawatan benda uji dengan cara direndam.
11. Pengujian benda uji dan analisis
12. Pembahasan dan kesimpulan

3. Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo dititik beratkan pada penggunaan abu tulang sapi sebagai bahan tambah pada campuran beton. Adapun hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pembuatan Abu Tulang Sapi

Tulang sapi hasil limbah dibakar dengan suhu 420°C sampai dengan 520°C selama 3,5 jam. Dari hasil pembakaran tersebut tulang dihaluskan dan disaring dengan ayakan nomor 100. Abu tulang sapi yang digunakan sebagai campuran beton adalah yang lolos saringan nomor 100.

Berat Jenis Agregat

Agregat halus atau pasir yang digunakan berasal dari sungai Progo yang terletak di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil pemeriksaan berat jenis pasir didapatkan : berat jenis tungku = 2,679 dan berat jenis SSD = 2,762.

Agregat kasar atau kerikil yang digunakan berasal dari sungai Bogowonto terletak di Kabupaten Purworejo. Hasil pemeriksaan berat jenis kerikil didapatkan : berat jenis tungku = 2,43 dan berat jenis SSD = 2,44.

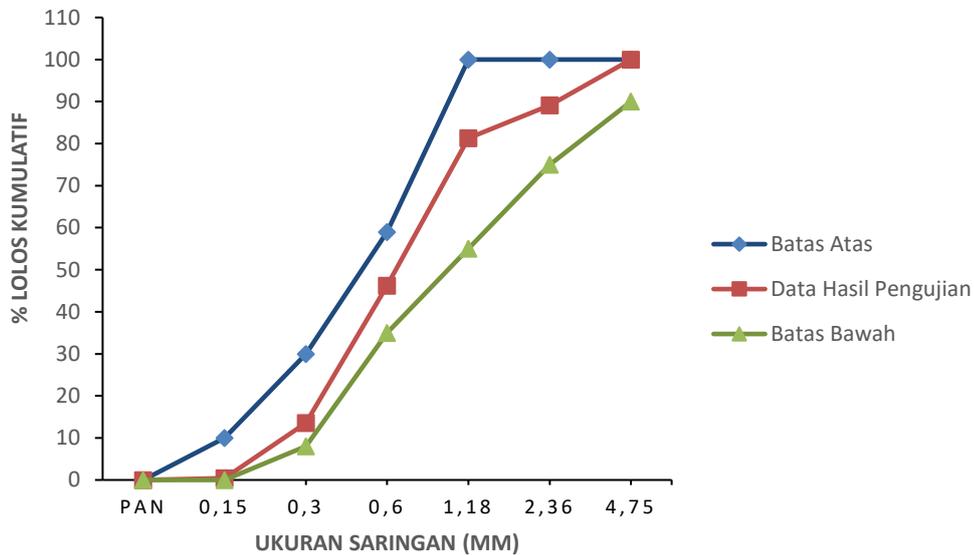
Modulus Halus Butir (MHB)

Pemeriksaan modulus halus butir untuk mengetahui gradasi dan tingkat kehalusan ataupun kekasaran dari material tersebut. Pemeriksaan modulus halus butir (MHB) pasir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Modulus Halus Butir Pasir

| Lubang Ayakan (mm) | Berat Tertinggal (Gram) | Berat Tertinggal (%) | Berat Tertinggal Kumulatif (%) | Berat Kumulatif Lewat Ayakan (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 4,75 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 2,36 | 49 | 10,89 | 10,89 | 89,11 |
| 1,18 | 35 | 7,78 | 18,67 | 81,33 |
| 0,6 | 158 | 35,11 | 53,78 | 46,22 |
| 0,3 | 147 | 32,67 | 86,44 | 13,56 |
| 0,15 | 59 | 13,11 | 99,56 | 0,44 |
| Pan | 2 | 0,44 | 100 | 0 |
| Jumlah | 450 | 100 | 369,34 | 330,66 |

MHB pasir didapatkan 3,69. Dari hasil perhitungan pada tabel 1 dibuat dalam grafik gradasi pada gambar 1. Pada gambar 1 menunjukkan gradasi pasir masuk pada zona 1, yaitu agregat halus atau pasir tergolong pasir kasar.



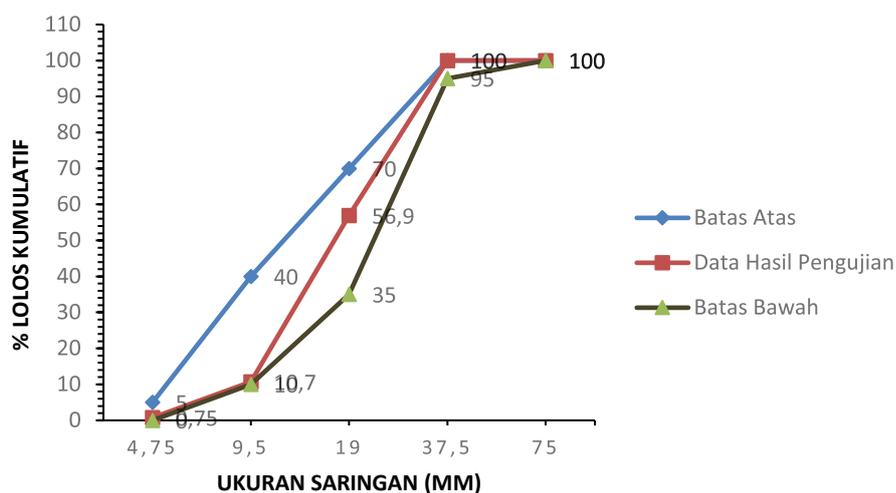
Gambar 1. Grafik Gradasi Pasir Zona 2

Untuk pemeriksaan modulus halus butir (MHB) agregat kasar atau kerikil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Modulus Halus Butir Agregat Kasar (Kerikil)

| Lubang Ayakan (mm) | B. Tertinggal (Gram) | B. Tertinggal (%) | B. Tertinggal Kumulatif (%) | B. Kumulatif Lewat Ayakan (%) |
|--------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 37,5 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 25 | 862 | 43,1 | 43,1 | 56,9 |
| 19 | 924 | 46,2 | 89,3 | 10,7 |
| 9,5 | 199 | 9,95 | 99,25 | 0,75 |
| 6,3 | 15 | 0,75 | 100 | 0 |
| 4,75 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| 2,36 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| sisa | 0 | 0 | 100 | 0 |
| Jumlah | 2000 | 100 | 631,65 | 168,35 |

MHB Kerikil = 6,32



Gambar 2. Grafik Gradasi Kerikil

Pemeriksaan keausan agregat kasar

Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin *Los Angeles*

$$\text{Nilai Keausan} = \frac{A - B}{A} \times 100\% = \frac{5000 - 4030}{5000} \times 100\% = 19.40\%$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapat angka keausan agregat kasar sebesar 19.40 %. Syarat agregat kasar tidak boleh lebih dari 40% berdasarkan spesifikasi umum 2018 devisa 7.

Pemeriksaan Kadar Lumpur pada Agregat Halus.

Pemeriksaan kandungan lumpur pada agregat halus atau pasir dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Agregat Halus

| Keterangan | Berat (gram) |
|-----------------------------|--------------|
| Berat Pasir | 500 |
| Berat Bejana + Pasir | 650 |
| Berat Bejana + Pasir Tungku | 645 |

Dari hasil pemeriksaan diatas maka dapat di hitung kadar lumpur sebagai berikut :

$$\frac{(b1) - (b2)}{(b1)} \times 100 \% = \frac{(500) - (495)}{(500)} \times 100 \% = 1 \%$$

Kadar lumpur rata – rata diperoleh sebesar 1%. Itu menunjukkan bahwa pasir tersebut memenuhi syarat sebagai bahan pengisi beton sesuai dengan SK SNI S-04-1998-F,1989, karena kadar lumpur pada pasir tersebut kurang dari 5%.

Perencanaan desain campuran beton menggunakan SNI 03-2847-2002, dengan $f'c$ rencana 20 MPa dengan mengambil jumlah sample masing-masing 3 buah benda uji per umur beton. Rencana pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rencana Jumlah Benda Uji

| <i>f'c yang direncanakan (MPa)</i> | <i>Penambahan Bone Ash</i> | <u>Umur Beton</u> | | | Jumlah |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------|----------------|----------------|--------|
| | | 7 hari | 14 hari | 28 Hari | |
| 20 | 0% | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 2,5% | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 5% | 3 | 3 | 3 | 9 |
| | 7,5% | 3 | 3 | 3 | 9 |
| Jumlah Keseluruhan Benda Uji | | | | | 36 |

Uji Slump

Sebelum adukan beton dimasukan ke dalam cetakan, maka dilakukan terlebih dahulu kekentalan adukan pada beton tersebut. Adapun hasil pengujian slump dapat di lihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Slump Tiap Variasi

| Penambahan abu tulang sapi (%) | Nilai Slump (cm) |
|--------------------------------|------------------|
| 0% | 10 |
| 2,5% | 11 |
| 5% | 9 |
| 7,5% | 10 |

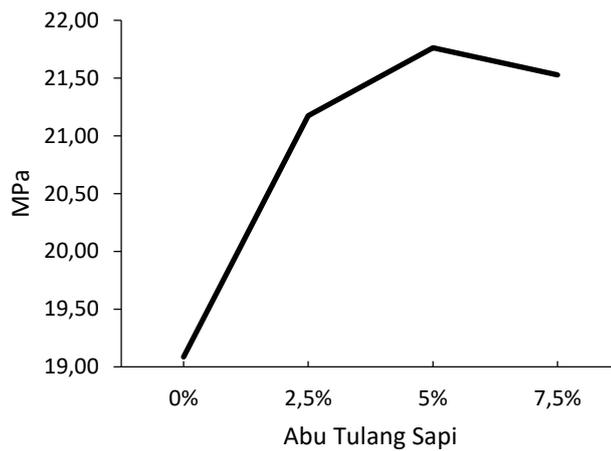
Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

| Kode | Penambahan abu tulang sapi (% dari berat semen) | Kuat Tekan Beton (MPa) |
|------|--|---------------------------|
| A | 0% | 19,09 |
| B | 2,5% | 21,17 |
| C | 5,0% | 21,76 |
| D | 7,5% | 21,53 |

Dari hasil uji kuat tekan beton didapatkan pada variasi penambahan abu tulang sapi 0% atau tanpa penambahan didapatkan hasil kuat tekan beton sebesar 19,09 MPa. Untuk hasil kuat tekan beton dengan penambahan abu tulang sapi 2,5% mengalami peningkatan 21,17 MPa dan mengalami peningkatan sebesar 2,08 MPa. Pada penambahan abu tulang sapi sebesar 5% menghasilkan kuat tekan beton 21,76. Apabila ditinjau dari campuran tanpa penambahan abu tulang sapi mengalami kenaikan sebesar 2,67 MPa, sedangkan apabila ditinjau dengan penambahan abu tulang sapi 2,5% kenaikan nilai kuat tekan betonnya adalah 0,59 MPa. Kenaikan nilai kuat tekannya relatif kecil dibandingkan dengan tanpa penambahan abu tulang sapi. Hasil kuat tekan beton dengan penambahan abu tulang sapi 7,5% menghasilkan 21,53 MPa, disini untuk nilai kuat tekan beton menurun sebesar 0,23 Mpa dari penambahan abu tulang sapi sebesar 5%.



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Penambahan Abu Tulang Sapi

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan abu tulang sapi kuat tekan beton naik dibandingkan dengan beton normal. Kenaikan kuat tekan tertinggi pada penambahan abu tulang sapi 5%, dan pada penambahan 7,5% turun, tetapi masih diatas penambahan 2,5%. Persentase selisih kuat tekan beton dengan penambahan abu tulang sapi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase selisih kuat tekan beton

| Kode | Variasi | Prosentase Kenaikan (%) |
|------|---------|-------------------------|
| A | 0% | 0 |
| B | 2,5% | 10,937 |
| C | 5% | 14,022 |
| D | 7,5% | 12,799 |

Selisih kenaikan kuat tekan beton dari beton normal dengan penambahan abu tulang sapi 2,5% mengalami kenaikan sebesar 10,937%, beton normal dengan penambahan 5% abu tulang sapi mengalami kenaikan sebesar 14,022%, sedangkan beton normal dengan penambahan 7,5% abu tulang sapi mengalami kenaikan sebesar 12,799%. Dalam penelitian ini untuk kenaikan kuat tekan tertinggi pada penambahan 5% abu tulang sapi. Dari data kuat tekan beton menunjukkan bahwa abu tulang sapi sebagai bahan tambah akan berpengaruh pada nilai kuat tekan beton.

4. Kesimpulan dan Saran

. Dari hasil penelitian menunjukkan penambahan abu tulang sapi pada variasi 0% kuat tekan rerata beton yaitu 19,09 MPa. Variasi 2,5% kuat tekan rerata beton yaitu 21,17 MPa meningkat 10,937%. Variasi 5% menghasilkan kuat tekan rerata beton yaitu 21,76 MPa meningkat 14,022%, sedangkan variasi 7,5% kuat tekan rerata beton yang dihasilkan yaitu 21,53 MPa meningkat 12,799%. Pada ketiga variasi tersebut terjadi titik optimum penambahan abu tulang sapi terhadap hasil kuat tekan beton yang terletak pada prosentase 5%.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan abu tulang sapi yang proporsional akan meningkatkan kuat tekan beton, sehingga dengan penambahan abu tulang sapi akan mempengaruhi dari kuat tekan beton.

Daftar Pustaka

- Anam, M. S., Riantara, Y., Trianto, W., 2011. *Analisis Pengaruh Abu Tulang dan Abu Sekam Padi terhadap Kuat Tekan Pasta Semen*, Surabaya. Karya Tulis Ilmiah Pemilihan Peneliti Remaja Indonesia (PPRI) Ke-11 LIPI. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Standar Nasional, 2000. *SNI-03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta.
- Badan Standar Nasional, 2002. *SNI-03-2847-2002: Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Karwur, H.Y., Tenda. R., Wallah S.E., & Windah, R. S., 2013. Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 1 (4), pp. 276-281