

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH ABU SABUT KELAPA DAN LIMBAH GENTENG TERHADAP KUAT TEKAN BETON RINGAN

*)Valentino Anjasmara¹, Dian Arumningsih DP¹, Erni Mulyandari¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

*)Email : valentinoanjas@gmail.com

ABSTRACT

Technological advances in the field of construction are increasing, thus making aspects of the construction methods being carried out also develop. As infrastructure development increases, the need for concrete materials will also increase. Concrete is an important material that is widely used in infrastructure development in Indonesia because it is considered to have durability and strength in infrastructure development. Concrete is a mixture of several materials consisting of a mixture of cement, fine aggregate, coarse aggregate, water and can use other additives. In a market, coconut coir is only set aside and not recycled. And tiles that don't pass production are only sold at half the price. Therefore, the addition of coconut coir ash and tile powder was tried. The method to be used is experimental in the laboratory with the production of 12 test objects with the presentation of coconut coir ash to cement 1%, 2%, 3% and the presentation of tile powder to fine aggregate 70%, 80%, 90%. This test was carried out at 7 days, 14 days, 21 days and 28 days. The maximum compressive strength test results for the addition of 3% coco ash cement and 70% tile powder reached 17,182 MPa in 28 days, the addition of 2% coco ash and 80% tile powder reached 20,364 in 7 days, the addition of 1% coco ash cement and 90% tile powder reached 16,546 MPa in 14 days.

Keyword: Coconut Coir Ash, Tile Waste, Concrete Compressive Strength

ABSTRAK

Kemajuan teknologi dalam bidang konstruksi yang semakin meningkat, sehingga membuat berkembangnya juga aspek-aspek metode konstruksi yang dilakukan. Seiring meningkatnya pembangunan infrastruktur maka kebutuhan material beton juga akan semakin meningkat. Beton merupakan salah satu maerial penting yang banyak digunakan pada pembangunan infrastruktur di Indonesia karena dianggap memiliki keawetan dan kekuatan dalam pembangunan infrastruktur. Beton adalah bahan campuran dari beberapa bahan yang terdiri dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bisa menggunakan bahan tambahan lainnya. Di dalam sebuah pasar sabut kelapa hanya disisihkan dan tidak didaur ulang. Dan genteng yang tidak lolos produksi hanya dijual dengan separuh harga. Oleh karena itu, penambahan abu sabut kelapa dan serbuk genteng dicoba. Metode yang akan digunakan adalah eksperimental yang dilakukan di laboratorium dengan produksi 12 buah benda uji dengan presentasi abu sabut kelapa terhadap semen 1%, 2%, 3% dan presentasi serbuk genteng terhadap agregat halus 70%, 80%, 90%. Pengujian ini dilakukan pada 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Hasil uji kuat tekan maksimum pada penambahan semen abu sabut kelapa 1% dan serbuk genteng 70% mencapai 17.182 MPa di 28 hari, penambahan abu sabut kelapa 2% dan serbuk genteng 80% mencapai 20.364 di 7 hari, penambahan semen abu sabut kelapa 3% dan serbuk genteng 90% mencapai 16.546 MPa di 14 hari.

Kata kunci: Abu Sabut Kelapa, Limbah Genteng, Kuat Tekan Beton

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan elemen struktur bangunan yang telah dikenal dan banyak dimanfaatkan sampai saat ini. Beton juga menjadi salah satu pilihan bahan struktur yang digunakan sebagai bahan konstruksi pada bidang struktur seperti Gedung, jembatan, jalan, dan sebagainya. Bahan pembentuknya mudah didapatkan karena merupakan material alam yang melimpah seperti pasir, kerikil, dan air. Meskipun pengerjaan beton terbilang mudah, pada kenyataannya sering dijumpai adanya elemen struktur konstruksi beton yang tidak terpenuhi nilai kuat tekannya. Seiring perkembangan teknologi adanya pertimbangan beberapa kriteria pengembangan bahan bangunan material. Pengembangan bahan yang inovatif ini harus disertai dengan pemakaian bahan yang terjangkau baik dalam pembuatan, pemasangan, pemeliharaan dan sesuai dengan fungsi konstruksinya. Maka itu dilakukanlah inovasi penambahan variasi bahan tambah pada beton ringan struktural.

Rumusan Masalah

Rumusan Masalah berdasarkan uraian latar belakang yang telah dicantumkan, maka dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Apakah limbah abu sabut kelapa dapat dijadikan pengganti semen pada beton ringan.
2. Apakah limbah genteng dapat dijadikan pengganti agregat halus pada campuran beton ringan.
3. Berapa prosentase *mix design* penggunaan limbah abu sabut kelapa dan limbah genteng untuk kuat tekan maksimum
4. Bagaimana pengaruh kuat tekan limbah abu sabut kelapa dan limbah genteng pada beton ringan.

Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian yang ingin peneliti di penambahan variasi campuran beton sebagai berikut :

1. Mengetahui limbah abu sabut kelapa dapat dijadikan pengganti semen pada beton ringan.
2. Mengetahui limbah genteng dapat dijadikan pengganti agregat halus pada beton ringan.
3. Menentukan prosentase *mix design* penggunaan limbah abu sabut kelapa dan limbah genteng untuk kuat tekan maksimum.
4. Mengetahui pengaruh kuat tekan limbah abu sabut kelapa dan limbah genteng pada beton ringan.

Batasan Masalah

Batasan Permasalahan agar tidak menyimpang dari rumusan masalah diatas sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan material limbah sabut kelapa yang berasal dari Pasar Legi yang berada di kota Surakarta, Jawa Tengah. Limbah genteng berasal dari pabrik pembuatan genteng yang berada di Kemiri, Karanganyar, Jawa Tengah.
2. Tidak melakukan pengujian kandungan kimia terhadap abu sabut kelapa dan limbah genteng.
3. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini silinder ukuran 10 x 20 cm.
4. Melakukan pengujian kuat tekan beton umur 7, 14, 21 dan 28 hari.
5. Semen yang digunakan dalam penelitian ini *Portland Composite Cement (PCC)*.
6. *Superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini *Sika Visconcrete 1003*.

Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian yang diperoleh peneliti adalah :

1. Menambah pengetahuan dan ketrampilan dalam membuat *mix design* dengan memanfaatkan limbah yang ada di sekitar.
2. Menambah wawasan bagi pembaca tentang beton ringan yang ramah lingkungan.
3. Melalui makalah ini diharapkan, pemanfaatan limbah yang berada di sekitar kita pemanfaatannya lebih di optimalkan.
4. Dapat digunakan sebagai referensi dalam membuat *mix design* beton ringan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Sebelumnya

Nur Azizah Affandy (2019), pengaruh Penambahan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Dari hasil penelitian menyimpulkan bahwa pengaruh campuran abu serabut kelapa untuk beton mutu K-100 dalam campuran 0.25% mencapai 20.217 MPa, campuran 0.50% mencapai 20.173 MPa, campuran 0.75% mencapai 20.041 MPa, kesimpulannya bahwa abu serabut kelapa bisa dijadikan untuk bahan tambah semen.

Hasbullah, & Jasman (2022), pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. Dari hasil penelitian menyimpulkan bahwa nilai kuat tekan maksimum pada variasi beton normal sebesar 27,176 MPa, variasi 0,5% sebesar 26,233 MPa, variasi 1,5% sebesar 24,723 MPa dan variasi 2,5% sebesar 22,458 MPa.

Amiwarti (2019), pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-225. Dari hasil penelitian menyimpulkan bahwa variasi campuran abu sekam padi dan abu serabut kelapa sebanyak 0%+0%, 1%+1%, 2%+2%, dan 3%+3%. Variasi dari 1%+1% adalah 176.8 kg/cm² dan 226.66 kg/cm², variasi dari 2%+2% adalah 201.74 kg/cm² dan 260.66 kg/cm², variasi 3%+3% adalah 213.17 kg/cm² dan 315.17 kg/cm². Kuat tekan optimum yang diperoleh pada variasi (3%+3%) umur 28 hari sebesar 315.17 kg/cm².

Pengaruh Penambahan Abu Sabut Kelapa Pada Campuran Beton untuk Perkerasan Jalan oleh Septy dkk (2020), dari hasil penelitian menyimpulkan bahwa uji beton dilakukan saat beton berumur 7, 14, 21 dan 28 hari. Hasil dari penelitian ini didapat nilai kuat tekan untuk 5% adalah 401 kg/cm², variasi 10% adalah 408 kg/cm², variasi 15% adalah 387 kg/cm², variasi 20% adalah 278 kg/cm², variasi 25% adalah 214 kg/cm². Nilai kuat tekan paling tinggi pada persentase 10% dengan hasil 408 kg/cm².

Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton oleh Sahrudin dkk (2016), dari hasil penelitian menyimpulkan bahwa peningkatan kuat tekan beton berserat terjadi pada penambahan serat 0.50% sebesar 272.14 kgf/cm² naik 29.55%, dan penambahan serat 0.125% sebesar 244.84 kgf/cm² naik 16.56% dari beton normal tanpa penambahan serat sabut kelapa sebesar 210.06 kgf/cm².

Pengertian Beton

Beton adalah batu buatan yang dibuat dari campuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil, split), dan semen sebagai bahan pengikat. Semen adalah bahan pengikat hidrolis yang akan bereaksi bila bersentuhan dengan air. Kekuatan beton sangat tergantung pada jumlah dan kualitas semen serta jumlah air. Agregat menempati volume $\pm 75\%$ dari beton. Gradasi agregat yang mampu memiliki kepadatan terbesar memberikan kontribusi yang besar pada kekuatan beton. (Niken, C., 2021)

Pengertian Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir alam sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/cm² dan harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural. (SNI 03-3449-2002)

Pengertian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton f_c' adalah kuat tekan benda uji beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 28 hari. Kuat tekan beton f_c' untuk keperluan umum minimal 17 MPa, sedangkan untuk sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding structural 17-35 MPa. (Niken, C., 2021)

Material Penyusunan Beton Ringan

1. Agregat Kasar (*Split*)

Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu. Kekuatan agregat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal, pertama terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam pengikatan (*interlocking*), kedua porositas yang besar akan mempengaruhi keuletan atau ketahanan terhadap beban kejut.

2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No.200. Agregat halus berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*).

3. Semen

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolisis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan *gips* sebagai bahan tambahan. Semen *portland* jika dilihat dari sisi fungsi masih memiliki kekurangan dan keterbatasan yang pada akhirnya akan mempengaruhi mortar. Pada dasarnya semen tersusun dari empat oksida utama (*major oxide*) yaitu oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO₂), oksida besi (Fe₂O₃), dan oksida alumina (Al₂O₃). Kandungan dari keempat oksida utama tersebut kurang lebih 90 % dari berat semen sedangkan 10% sisanya adalah "*minor oxide*". Keempat bahan yang mengandung oksida tersebut dibakar dengan perbandingan tertentu.

4. Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*Consistency*) agar dapat dicapai suatu kelecakan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton sehingga menimbulkan pori-pori (*capillary poreous*) didalam beton yang sudah mengeras.

5. *Superplasticizer*

Pemanfaatan *superplasticizer* yaitu mempercepat pengerasan, menambah kelecakan (*workability*) beton segar, menambah kuat tekan beton, meningkatkan daktilitas atau mengurangi sifat getas beton, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sika *Visconcrete* 1003 dari PT. Sika Indonesia berfungsi untuk memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya.

6. Limbah Abu Sabut Kelapa

Limbah Abu Sabut Kelapa adalah salah satu limbah yang didapatkan dari hasil sisa pasar yang menjual buah kelapa.

7. Limbah Genteng

Limbah genteng dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Hal tersebut memberikan alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah yang tidak termanfaatkan, genteng tidak layak pakai merupakan

bagian dari genteng yang tidak bisa dipergunakan. Pemanfaatan limbah genteng selama ini hanya terbatas untuk bahan tambah urugan. Sehingga hanya dibiarkan menumpuk menjadi limbah. (Dewanto, 2020)

Perencanaan *Mix Design*

Tahap perhitungan *mix design* beton ringan berdasarkan (*American Concrete Institute*) ACI 211.4R-93 1998. Campuran bahan substitusi semen ini menggunakan limbah abu sabut kelapa yang didapat Pasar Legi di Surakarta. Kemudian Limbah Abu Sabut Kelapa dan Limbah Genteng tersebut harus melalui proses penghancuran terlebih dahulu, setelah itu akan menjadi serbuk yang akan digunakan sebagai bahan substitusi semen dan agregat halus.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian nilai kuat tekan beton dengan benda uji silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dilakukan di laboratorium menggunakan alat *universal testing machine*. Kuat tekan beton adalah kemampuan beton dalam menerima beban tiap satuan luas, yang mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005). Data hasil Pengujian dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

F'c = Kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas penampang silinder beton = $\frac{1}{4} \pi D^2$ (mm²)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah suatu Langkah umum yang harus dilakukan didalam melakukan sebuah penelitian, masalah atau fenomena yang lain secara ilmiah untuk mendapat suatu hasil yang rasional. Penelitian tugas akhir ini akan menganalisis secara langsung dan objektif dengan tujuan menghasilkan suatu inovasi mengenai beton ringan structural berbahan dasar campuran limbah abu sabut kelapa dan limbah genteng. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan studi Pustaka dan penelitian secara langsung di laboratorium bahan jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Waktu Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari bulan Februari 2023-bulan Juli 2023. Penelitian ini meliputi persiapan, pelaksanaan, dan pelaporan hasil. Sedangkan Tempat pelaksanaan dari penelitian ini yaitu di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.

Pemilihan Material

1. Semen PCC Merk Tiga Roda
2. Agregat Halus/Pasir Lolos ayakan No. 4 (4,75)
3. Agregat Kasar/*Split* dengan ukuran 10mm-20mm
4. Air
5. *Superplasticizer*
6. Limbah Abu Sabut Kelapa lolos saringan No.200 (0,075mm)
7. Limbah Genteng lolos saringan No.200 (0,075mm)

Peralatan yang digunakan dalam penelitian

1. Cetakan Silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm
2. *Mixer*/mesin pengaduk
3. Timbangan
4. Satu Set Saringan
5. Oven
6. Piknometer
7. Kerucut *Abrams*
8. Meteran
9. Ember
10. Cetok/sendok spesi
11. Gelas Ukur

12. Keranjang Kawat
13. Kerucut Terpancung
14. Mesin Pengayak
15. Alat penumbuk

Pengujian Material

Material yang akan dilakukan pengujian sebagai berikut :

1. Agregat Halus/Pasir:
 - a. Pengujian Kadar air.
 - b. Pengujian Kadar Lumpur.
 - c. Pengujian Gradasi Saringan.
 - d. Pengujian berat jenis dan penyerapan air.
2. Agregat Kasar/Split :
 - a. Pengujian Kadar air.
 - b. Pengujian Kadar Lumpur.
 - c. Pengujian Gradasi Saringan.
 - d. Pengujian berat jenis dan penyerapan air.
 - e. Pengujian Abrasi.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan metode dan standar pengujian yang terdapat pada bab sebelumnya, pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton dilakukan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, adalah sebagai berikut :

Hasil Pengujian Agregat Halus/ Pasir

Pengujian Agregat Halus/Pasir dilakukan sebelum dilakukan perhitungan mix design sampai memenuhi kriteria. Berikut adalah hasil pengujian Agregat Halus :

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Uraian	Hasil Pengujian (%)	Persyaratan	Standar	Keterangan
1	Kadar air	2,806	>3-5%	SNI 1971 : 2011	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	4,197	<5%	SNI 2011	Memenuhi
3	Berat Jenis SSD	2,598	1,6-3,3	SNI 1970 : 2008	Memenuhi
4	Penyerapan Air	3,961	3-5%	SNI 1970 : 2009	Memenuhi
5	Gradasi (Mhb)	3,778	1,5-3,8%	SNI 1750 : 1990	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Hasil Pengujian Agregat Kasar/ Kerikil Berpori

Pengujian Agregat Halus/Pasir dilakukan sebelum dilakukan perhitungan mix design sampai memenuhi kriteria. Berikut adalah hasil pengujian Agregat Kasar :

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Uraian	Hasil Pengujian (%)	Persyaratan	Standar	Keterangan
Kadar Air	1,760	>3-5%	SNI 1971 : 2011	Memenuhi
Kadar Lumpur	2,83	<5%	SNI ASTM C117 : 2012	Memenuhi
Berat Jenis SSD	1,999	1,6-3,3	SNI 1970 : 2008	Memenuhi
Penyerapan Air	4,161	0,2-2%	SNI 1969 : 2008	Memenuhi
Gradasi (Mhb)	5,783	3,0-8,0	ASTM C136 : 2012	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

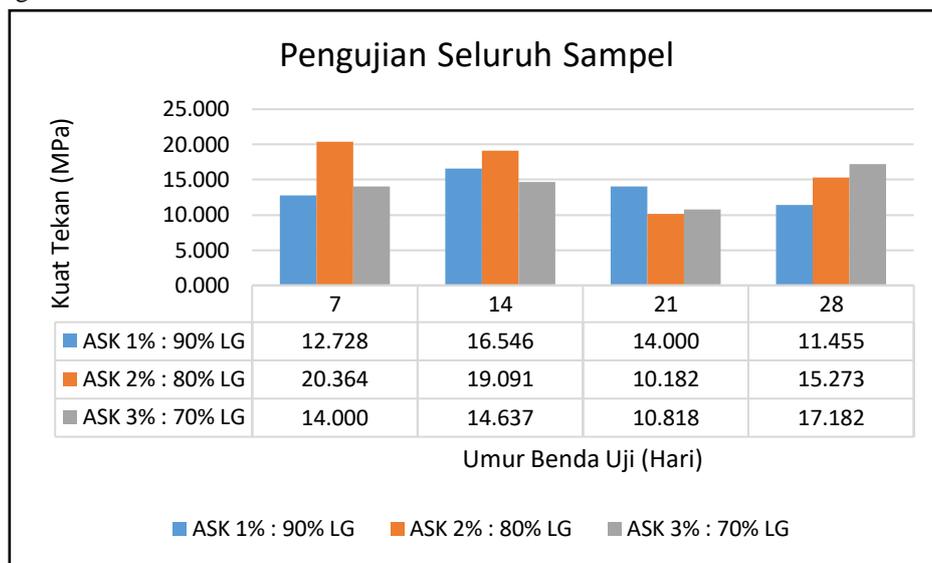
Pengujian Kuat tekan beton dengan sampel benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7,14,21 dan 28 hari dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Nomor Sampel	Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan Beton (Mpa)		
		ASK 1% Genteng 90%	ASK 2% Genteng 80%	ASK 3% Genteng 70%
1	7	12,728	20,364	14
2	14	16,546	19,091	14,637
3	21	14	12,091	10,818
4	28	11,455	15,273	17,182

Sumber : Hasil Penelitian,2023

Setelah mengetahui hasil pengujian kuat tekan beton diatas dapat digambarkan grafik diagram hasil pengujian benda uji sebagai berikut :



Sumber : Hasil Penelitian,2023

Gambar 1. Diagram Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan limbah serbuk batu bata dapat digunakan sebagai alternatif pengganti semen karena abu sabut kelapa dan limbah genteng dapat memenuhi kuat tekan minimal 17 MPa. Didapat hasil pengujian kuat tekan beton maksimum dengan penggunaan limbah abu sabut kelapa dan limbah genteng persentase 1% : 90% mencapai 16,546 MPa pada umur 14 hari, persentase 2% : 80% mencapai 20,364 MPa pada umur 7 hari dan persentase 3% : 70% mencapai 17,182 MPa pada umur 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

Affandy, N. A., & Bukhori, A. I. (2019). PENGARUH PENAMBAHAN ABU SERABUT KELAPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *UkaRst VOL.3, NO.2 Jurnal Universitas Kediri*, 52-56.

American Society for Testing and Material. (2009). *ASTM C618-92 Standard Specification of Pozzolan*. Washington DC.

American Society For Testing and Materials. (2009). *ASTM C 33 Standart Specification For Concrete Aggregates*. Washington DC.

American Society for Testing and Materials. (2012). *Metode Uji Bahan Yyang Lebih Halus Dari Agregat Saringan 75 mm. ASTM C117 : 2012*. Jakarta.

American Society for Testing and Materials. (2012). *Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar. ASTM C136 : 2012*. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. SNI 1970 : 2008*: Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. SNI 1969 : 2008: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 1970 : 2009: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*. SNI 1971 : 2011: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: SNI 1974:2011.
- Dewanto, D. J. (2020). *Pengaruh Penggunaan Limbah Genteng Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. Doctoral dissertation, Universitas Sangga Buana YPKP.
- Hasbullah, & Jasman. (2022). PENGARUH PENAMBAHAN SABUT KELAPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Karajata Engineering*, 53-57.
- Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Erlangga.
- Niken, C. (2021). *Balok Beton Bertulang Terlentur SNI 2019*. Depok: PT. Rajagrafindo Persada.
- Sahrudin, & Nadia. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Konstruksia*, 13-20.