



PENGARUH PEMANFAATAN ABU SERABUT KELAPA SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Evan Varliyansi Kondo Tasik¹, Ardi Azis Sila², Clasina Mayaindrawati³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

¹evantasik3@gmail.com, ²ardi.azis.sila@gmail.com, ³clasinamayaindrawati@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemanfaatan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton. Latar belakang penelitian ini berangkat dari tingginya emisi karbon akibat produksi semen serta melimpahnya limbah serabut kelapa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini menggunakan variasi abu serabut kelapa sebesar 0%, 2%, 4%, dan 6% terhadap berat semen dengan target mutu beton K-250. Metode perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 3 hari dan 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu serabut kelapa dapat mempengaruhi sifat mekanik beton, di mana semakin tinggi kadar abu serabut kelapa, kuat tekan dan kuat tarik beton cenderung menurun. Kadar optimum penggunaan abu serabut kelapa yang masih dapat diterima adalah pada persentase rendah. Dengan demikian, abu serabut kelapa dapat dijadikan bahan alternatif dalam pembuatan beton dengan mempertimbangkan batas optimal penggunaannya untuk menjaga kualitas beton.

Kata kunci: Abu serabut kelapa, kuat tekan beton, limbah, beton berkelanjutan.

ABSTRACT

This research aims to examine the influence of utilizing coconut fiber ash as a partial replacement for cement on the compressive and tensile strength of concrete. The study is based on the background of high carbon emissions from the cement industry and the abundant availability of coconut fiber waste, which has not been optimally utilized. Coconut fiber ash was used at variations of 0%, 2%, 4%, and 6% of the cement weight. The concrete was designed for a target strength of K-250 using the mix design method according to SNI 03-2834-2000. Tests on compressive strength were conducted at 3 and 14 days of curing. The results showed that the addition of coconut fiber ash affected the mechanical properties of concrete, leading to a reduction in strength compared to normal concrete without ash. The decrease became more significant as the percentage of coconut fiber ash increased. It can be concluded that the use of coconut fiber ash as an additional material needs to be limited to prevent a significant decline in concrete quality. This research offers an alternative approach to utilizing organic waste and supports sustainable development efforts in the construction sector.

Keywords: Coconut fiber ash, concrete, compressive strength, organic waste.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang paling umum digunakan di seluruh dunia karena memiliki kekuatan tinggi dan daya tahan yang baik. Namun, penggunaan beton dalam skala besar juga membawa dampak negatif terhadap lingkungan, terutama karena produksi semen



sebagai bahan utama beton menghasilkan emisi karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah besar. Setiap satu ton semen yang diproduksi diperkirakan menghasilkan sekitar satu ton CO_2 . Menurut data dari *International Energy Agency* (IEA), sektor industri semen menyumbang sekitar 7% dari total emisi karbon dioksida secara global. Proses produksi semen juga memerlukan energi dalam jumlah besar dan menghasilkan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, pencarian bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk menggantikan atau mengurangi penggunaan semen menjadi sangat penting dalam mendukung upaya pengurangan emisi karbon dan pembangunan berkelanjutan.

Salah satu bahan alternatif yang menjanjikan adalah abu serabut kelapa, yang dihasilkan dari pembakaran serabut kelapa—limbah pertanian yang melimpah di negara tropis seperti Indonesia. Selama ini, industri kelapa lebih terfokus pada pengolahan daging buah kelapa, sedangkan bagian lain seperti air, sabut, dan tempurung masih kurang dimanfaatkan dan hanya diolah secara tradisional dalam skala kecil. Padahal, potensi ketersediaan bahan baku tersebut sangat besar dan belum dioptimalkan. Di wilayah Papua, khususnya di Jayapura, pohon kelapa cukup banyak ditemukan dan menjadi komoditas yang bernilai ekonomi tinggi. Namun, sebagian besar pemanfaatannya hanya terbatas pada buah kelapa, sedangkan serabutnya seringkali terbuang begitu saja dan belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat setempat.

Pemanfaatan abu serabut kelapa sebagai bahan tambah dalam campuran beton memberikan peluang besar untuk mengurangi limbah organik dan sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap semen. Pendekatan ini sangat relevan dengan konsep pembangunan berkelanjutan yang menekankan pada efisiensi penggunaan material dan pengurangan dampak lingkungan. Dengan memanfaatkan limbah serabut kelapa, tidak hanya membantu mengurangi pencemaran, tetapi juga berpotensi meningkatkan nilai ekonomi dari limbah tersebut dan membuka peluang inovasi dalam industri konstruksi yang lebih hijau dan berkelanjutan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton adalah campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air (SNI-2847-2019). Beton merupakan material konstruksi yang terbentuk dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), air, dan bahan tambahan (*admixture*) jika diperlukan. Beton dikenal sebagai bahan bangunan yang memiliki kekuatan tekan tinggi dan sering digunakan dalam struktur bangunan seperti fondasi, kolom, balok, dan pelat (Neville., 2011). Menurut (Kardiyono, 1992) dalam (Santosa, 2009). Beton adalah campuran antara agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah), air dalam jumlah tertentu, dan semen Portland atau semen hidraulik dengan atau tanpa bahan tambah. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan dan dibiarkan, maka akan menjadi keras. Kekuatan, keawetan, dan sifat beton tergantung pada sifat-sifat dasar penyusunnya, selama penuangan adukan beton, cara pemadatan, dan rawatan selama proses pengerasan.

Semen *Portland Composite*

Semen *Portland* merupakan jenis semen yang paling umum digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan beton, karena pada dasarnya semen memiliki fungsi untuk mengikat agregat kasar dan agregat halus sehingga dapat menyatu dan mengeras seperti batuan pada saat pencampuran beton. Semen memiliki macam senyawa kimia aktif seperti kapur, silika, oksida besi dan alumina, senyawa tersebut akan bereaksi dengan air dan membentuk pasta yang akan mengeras setelah beberapa saat.



Agregat Halus

Berdasarkan (SNI-8321:2016), persyaratan umum agregat halus yang digunakan sebagai material campuran beton ialah agregat halus yang terdiri dari butir-butiran tajam dan keras, yang bersifat tidak mudah hancur karena cuaca panas ataupun hujan. Butiran-butir halus pada agregat halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal dari agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Tidak boleh mengandung lumpur dari 5% (terhadap berat kering). Dan juga modulus halus butir memenuhi antara 1,50–3,80 dan sesuai dengan variasi butir standar gradasi.

Agregat Kasar

Berdasarkan (SNI-8321-2016), Persyaratan agregat kasar yang digunakan sebagai material campuran beton ialah yang mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm sampai 40 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori, agregat kasar bersifat kekal yang artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif sehingga dapat merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.

Air

Air merupakan bahan yang penting dalam pembuatan campuran beton yang berpengaruh pada sifat mudah dikerjakan (*workability*), kekuatan susut, dan keawetan. Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang bersifat merusak beton dan baja tulangan. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/ liter. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton atau asam dan zat organik lainnya tidak lebih dari 15 gram/liter. Tidak mengandung *chlorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter. Dan tidak mengandung sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Abu Serabut Kelapa

Abu serabut kelapa yang awalnya sebagai limbah buangan, sebenarnya memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan mutu beton. Seiring dengan semakin meningkatnya pemakaian bahan-bahan tambah (*additive*) untuk beton, maka teknologi sederhana ini dapat dijadikan sebagai alternatif yang murah dan tepat guna. Ada beberapa kandungan kimia dari serabut kelapa tersebut yang sama dengan semen. Abu serabut kelapa terdiri dari komponen organik seperti serat *selulus* dan *lignin*. Mineral seperti *silika*, *aluminium*, dan *oksida* besi juga ditemukan dalam serabut kelapa ini.

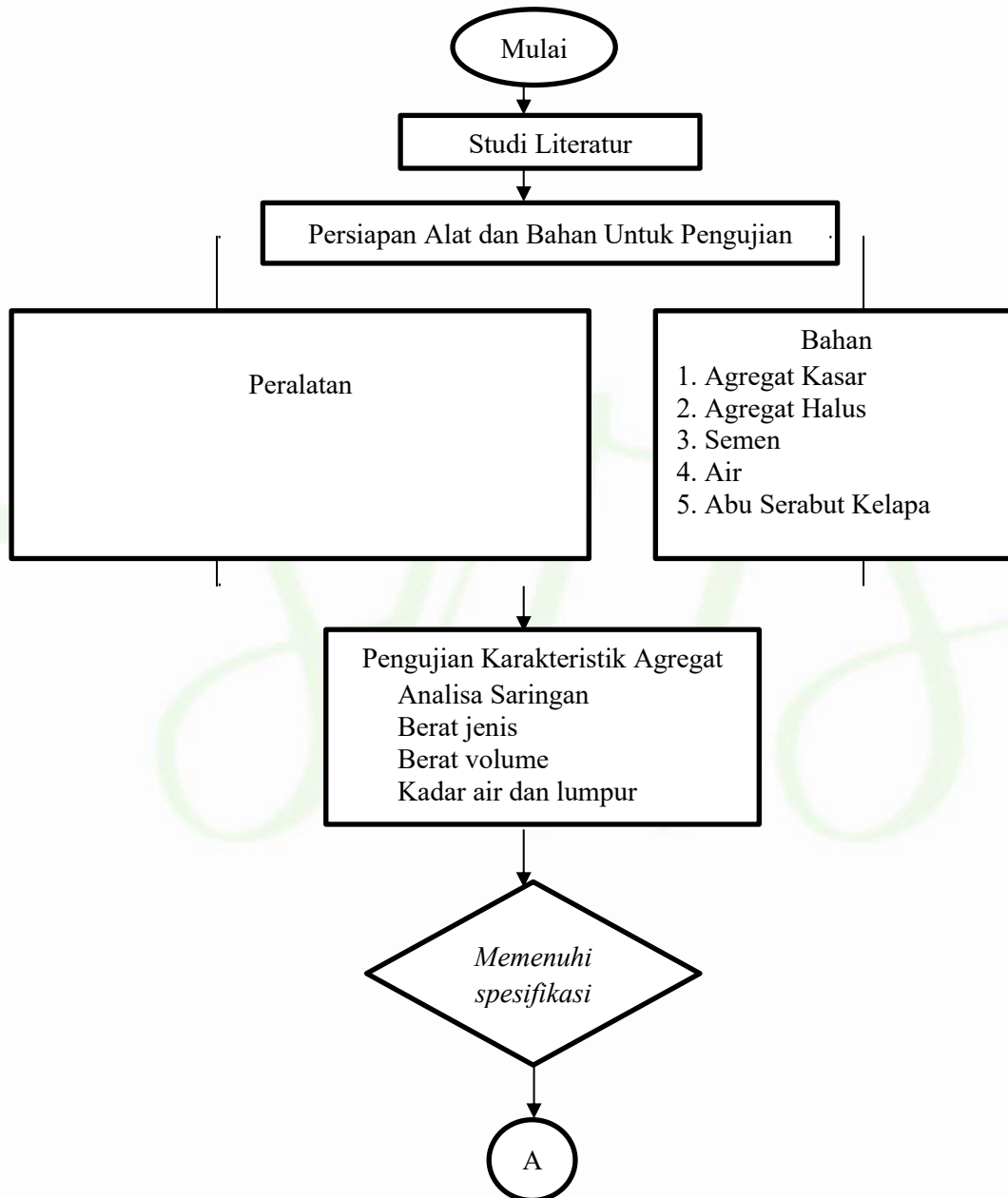
Kuat Tekan Beton

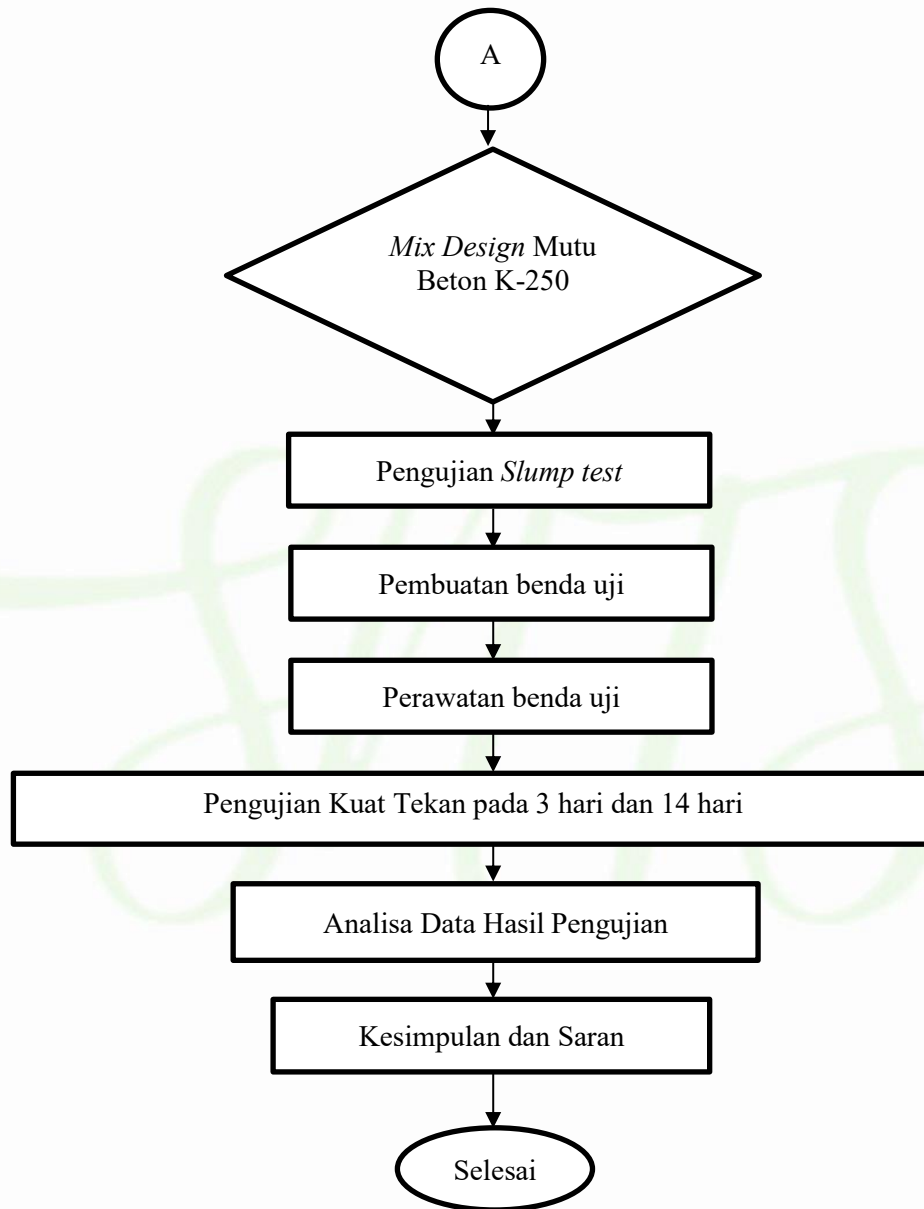
Kuat tekan beton adalah kemampuan beton menahan beban aksial tekan per satuan luas. Faktor utama yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton adalah faktor air semen (*water-cement ratio*) atau (*w/c*), karakteristik agregat, metode yang digunakan dalam pencampuran, kemudahan dalam pengerjaan (*workability*), dan perawatan (*curing*). Semakin kecil nilai faktor air semen, maka jumlah air pencampur yang dibutuhkan akan semakin sedikit. Hal ini menyebabkan nilai kuat tekan beton adalah kekerasan dan distribusi ukuran butir



3. METODE PENELITIAN

Digambarkan skema penelitian mengikuti alur *flow chart* dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut.





Gambar 1 Bagan Alir penelitian
Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil, 2025



4. PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteristik agregat halus

Pengujian karakteristik dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari agregat yang akan digunakan. Hasil dari pengujian karakteristik agregat halus dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian karakteristik agregat halus

| BAHAN | NO. | JENIS PENGUJIAN | Jenis pengujian | | Hasil | KET. |
|---------------|-----|-----------------------------|-----------------|------|-----------|----------|
| | | | Min | Maks | | |
| AGREGAT HALUS | 1 | Analisis Ayakan (Fr) & Zona | 2.3 | 3.1 | 3 | Memenuhi |
| | 2 | Kadar Air | - | - | 2,93 % | Memenuhi |
| | 3 | Berat Volume | - | - | 1,74 Kg/L | Memenuhi |
| | 4 | Apparent Spec. Gravity | 2,5 | - | 2,86 | Memenuhi |
| | 5 | On Dry Basic Spec. Gravity | 2,5 | - | 2,74 | Memenuhi |
| | 6 | SSD Basic Spec. Gravity | 2,5 | - | 2,78 | Memenuhi |
| | 7 | (%) Water Absorption | | 3 | 1,52 % | Memenuhi |
| | 8 | Kadar Lumpur | | 5 | 2,16 % | Memenuhi |

Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil, 2025

Hasil pengujian karakteristik agregat kasar

Pengujian karakteristik dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari agregat yang akan digunakan. Hasil dari pengujian karakteristik agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil pengujian karakteristik agregat kasar

| BAHAN | NO. | JENIS PENGUJIAN | Jenis pengujian | | Hasil | KET. |
|---------------|-----|-----------------------------|-----------------|------|-----------|----------|
| | | | Min | Maks | | |
| AGREGAT KASAR | 1 | Analisis Ayakan (Fr) & Zona | 6 | 20 | 7,39 | Memenuhi |
| | 2 | Kadar Air | - | - | 0,94 % | Memenuhi |
| | 3 | Berat Volume | - | - | 1,49 Kg/L | Memenuhi |
| | 4 | Apparent Spec. Gravity | 2,5 | - | 2,22 | Memenuhi |
| | 5 | On Dry Basic Spec. Gravity | 2,5 | - | 2,66 | Memenuhi |
| | 6 | SSD Basic Spec. Gravity | 2,5 | - | 2,69 | Memenuhi |
| | 7 | (%) Water Absorption | | 3 | 0,99 % | Memenuhi |



| | | | |
|--------------|---|--------|----------------|
| Kadar Lumpur | 1 | 1,50 % | Tidak Memenuhi |
| 8 | | | |

Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil, 2025

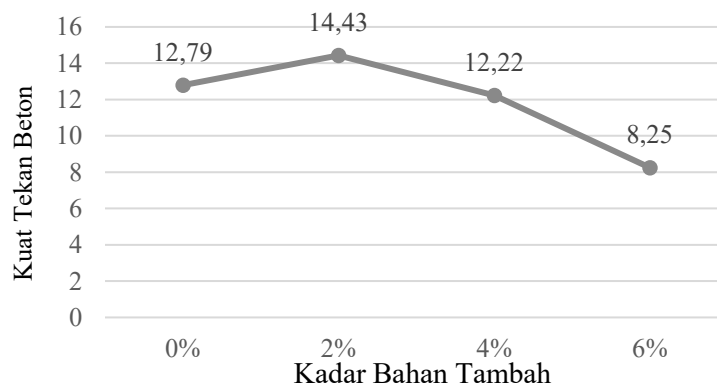
Pengujian Kuat tekan beton

Pengujian ini dengan kuat tekan rencana ($f'c$) 25 Mpa, benda uji memiliki umur 3 dan 14 hari dan banyaknya benda uji yang dibuat sebanyak 16 sampel, Hasil pengujian kuat tekan beton sebanyak 8 sampel dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini

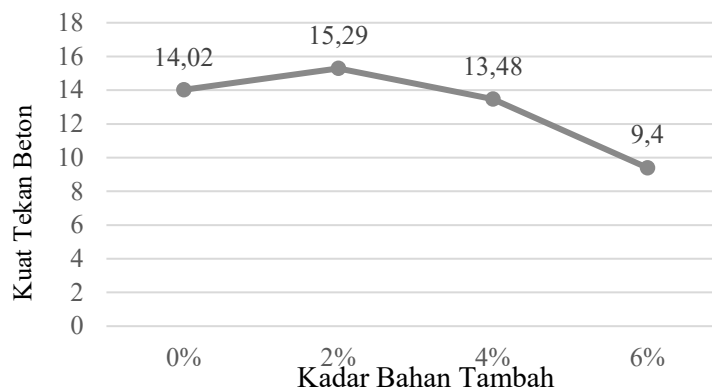
Tabel 3. Pengujian Kuat tekan beton

| Hari | Persentase campuran abu serabut kelapa (%) | P (N) | A (mm) | $f'c$ (Mpa) |
|---------|--|--------|---------|-------------|
| 3 Hari | 0% | 226000 | 176.625 | 12.79 |
| | 2% | 254900 | 176.625 | 14.43 |
| | 4% | 215900 | 176.625 | 12.22 |
| | 6% | 145800 | 176.625 | 8.25 |
| 14 Hari | 0% | 247800 | 176.625 | 14.02 |
| | 2% | 270100 | 176.625 | 15.29 |
| | 4% | 238100 | 176.625 | 13.48 |
| | 6% | 166100 | 176.625 | 9.40 |

Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil, 2025



Gambar 2 Grafik hasil pengujian kuat tekan 3 hari
Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil, 2025



Gambar 3 Grafik hasil pengujian kuat tekan 14 hari
Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil, 2025

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas didapatkan grafik antara umur 3 hari dan 14 hari. Bahwa hasil kuat tekan pada beton umur 3 hari menunjukan nilai kuat tekan pada kadar 0% yaitu 12,79 Mpa, kadar 2% yaitu 14,43 Mpa, kadar 4% yaitu 12,22 Mpa, dan pada kadar 6% yaitu 8,25 Mpa. dan pada 14 hari kadar 0% mendapat 14,02 Mpa, 2% mendapat 15,29 mpa, 4 % mendapat 13,48, dan 6% mendapat 9,4 Mpa.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan mengenai pengaruh pemanfaatan abu serabut kelapa sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas didapatkan grafik antara umur 3 hari dan 14 hari. Bahwa hasil kuat tekan pada beton umur 3 hari menunjukan nilai kuat tekan pada kadar 0% yaitu 12,79 Mpa, kadar 2% yaitu 14,43 Mpa, kadar 4% yaitu 12,22 Mpa, dan pada kadar 6% yaitu 8,25 Mpa. Dan pada 14 hari kadar 0% mendapat 14,02 Mpa, 2% mendapat 15,29 mpa, 4 % mendapat 13,48, dan 6%mmendapat 9,4 Mpa. Dengan hasil itu penambahan abu serabut kelapa belum dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah beton diatas didapatkan grafik antara umur 3 hari dan 14 hari. Bahwa hasil kuat tarik belah pada beton umur 3 hari menunjukan nilai kuat tarik belah pada kadar 0% yaitu 1,42 Mpa, kadar 2% yaitu 1,57 Mpa, kadar 4% yaitu 1,42 Mpa, dan pada kadar 6% yaitu 0,72 Mpa. Pada 14 hari kadar 0% mendapat 1,43 Mpa, 2% mendapat 1,59 Mpa, 4% mendapat 1,44 Mpa, dan 6% mendapat 0,91 Mpa. Dengan hasil itu penambahan abu serabut kelapa belum dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah beton

2. Pada penelitian kali ini kadar persentase abu serabut kelapa yang mencapai nilai optimum belum didapatkan tetapi kadar yang memiliki nilai tertinggi yaitu kadar 2% pada kuat tekan maupun kuat tarik.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2000). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI-03-1970-2008). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). Tata Cara Rencana Campuran Beton Normal (SNI-03-2843-2000). BSN. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran, dan Kadar Udara Beton (SNI-1973-2008). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI-1969-2008). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara Uji Slump Beton (SNI-03-2843-2000). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder (SNI-1974-2011). BSN. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Labortorium (SNI-2493-2011). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). Semen Portland (SNI-2049-2015). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Spesifikasi Agregat Beton (SNI-8321-2016) BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI-2847-2019). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI-2847-2019). BSN. Jakarta.
- Bayuaji, R., Wahyu Kurniawan, R., Karim Yasin, A., Ahsani Takwim Fatoni, H., & Maulidya Afifah Lutfi, F. (2015). Material Inovatif Ramah Lingkungan: Pemanfaatan Komposit Abu Serabut Kelapa dan Fly Ash pada Pasta Semen (Vol. 13, Issue 1).
- Dipohusodo, Istimawan. (1994). Struktur Beton Bertulang.
- MAHMUD DAN YULIUS FERRY Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Z. (n.d.). Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa (Zainal Mahmud dan Yulius Ferry) Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa.
- Mulyono, T. (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi
- Pah, J. J. S., Tulle, P. M., Bella, R. A., & Sina, D. A. T. (2022). Hubungan Faktor Air-Semen dan Fakto Air-Foam terhadap Kuat Tekan dan Berat Volume Bara Ringan CLC. In Jurnal Teknik Sipil (Vol. 11, Issue 2).
- Papy, S. K., & Timothée, N. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Wood Concrete. OALib, 10(01), 1–11. <https://doi.org/10.4236/oalib.1109720>
- Santosa, B. (2009). PEMANFAATAN ABU SERABUT KELAPA (ASK) SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN DENGAN BAHAN TAMBAH SIKAMENT-LN UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON. In Jurnal Teknik Sipil (Vol. 5).
- Shaheen, A. T., & Taha, S. M. R. (2018). A PROPOSED DUAL SIZE DESIGN FOR ENERGY MINIMIZATION IN SUB-THRESHOLD CIRCUITS. In Journal of Engineering Science and Technology (Vol. 13, Issue 5).