



ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN LIMBAH ABU AMPAS KOPI ARABIKA SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN

Hamman Salsabil¹, Achmad Pahrul Rodji², Yonas Prima Arga R³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta

¹hammansalsabil@gmail.com

Abstract

Concrete is a construction material that is widely used in infrastructure development because it has high compressive strength and good durability. The increasing demand for development causes the use of cement to continue to increase, thereby potentially increasing the exploitation of natural resources and environmental impacts. Therefore, environmentally friendly alternative materials are needed, one of which is the utilization of coffee grounds ash waste as a partial substitute for cement in concrete mixtures. This study aims to analyze the effect of the use of coffee grounds ash on the compressive strength of concrete with a strength grade of $f'c$ 30 MPa. The method used was a laboratory experimental method with variations in coffee grounds ash substitution of 0%, 6%, 12%, and 18% by weight of cement. The test specimens were cylinders with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, with a total of 36 samples. Compressive strength testing was carried out at the ages of 7, 14, and 28 days in accordance with SNI 1974:2023. Based on the results of the compressive strength test at 28 days, normal concrete had a compressive strength value of 36.06 MPa. The addition of coffee grounds ash at 6%, 12%, and 18% reduced the compressive strength of concrete to 19.44 MPa, 10.07 MPa, and 8.20 MPa, respectively. The results of the study showed that an increase in the percentage of coffee grounds ash caused a significant decrease in the compressive strength of concrete, so that all substitution variations were not able to meet the planned concrete strength.

Keywords: coffee grounds ash, concrete, compressive strength, concrete strength, cement substitution.

Abstrak

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur karena memiliki kuat tekan yang tinggi dan daya tahan yang baik. Meningkatnya kebutuhan pembangunan menyebabkan penggunaan semen terus bertambah sehingga berpotensi meningkatkan eksploitasi sumber daya alam dan dampak lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan material alternatif ramah lingkungan, salah satunya pemanfaatan limbah abu ampas kopi sebagai bahan substitusi sebagian semen pada campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan abu ampas kopi terhadap kuat tekan beton mutu $f'c$ 30 MPa. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen di laboratorium dengan variasi substitusi abu ampas kopi sebesar 0%, 6%, 12%, dan 18% dari berat semen. Benda uji berupa silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan total 36 sampel. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari sesuai SNI 1974:2023. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari, beton normal memiliki nilai kuat tekan sebesar 36,06 MPa. Penambahan abu ampas kopi sebesar 6%, 12%, dan 18% menurunkan kuat tekan beton secara berturut-turut menjadi 19,44 MPa, 10,07 MPa, dan 8,20 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan persentase abu ampas kopi

Article History

Received: September 2026

Reviewed: October 2026

Published: October 2026

Plagiarism Checker No.:

237.u873247.fh8374

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



menyebabkan penurunan kuat tekan beton secara signifikan, sehingga seluruh variasi substitusi belum mampu memenuhi mutu beton rencana.
Kata kunci: abu ampas kopi, beton, kuat tekan, mutu beton, substitusi semen

1. PENDAHULUAN

Beton menjadi material konstruksi yang lazim dipakai di berbagai proyek teknik sipil, khususnya untuk elemen struktural bangunan. Kenaikan volume pemakaian beton terjadi sejalan dengan perkembangan sektor konstruksi, mengingat keunggulannya dalam memberikan kekuatan yang memadai dan kemudahan pencetakan sesuai keperluan. Campuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar membentuk komposisi beton yang kemudian mengalami proses pengerasan hingga menyerupai massa batuan. Dalam perkembangannya, kualitas beton dapat ditingkatkan melalui penambahan bahan tertentu, baik berupa bahan tambah (*admixture*) maupun material pengganti sebagian komponen penyusunnya. Tujuan dari penambahan tersebut antara lain untuk meningkatkan kuat tekan, *workability*, serta daya tahan beton.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan limbah sebagai bahan alternatif dalam campuran beton. Hal ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan mutu beton, tetapi juga sebagai upaya mengurangi dampak limbah terhadap lingkungan. Salah satu jenis limbah yang cukup melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal adalah ampas kopi. Limbah ampas kopi, seperti halnya limbah industri pangan lainnya, berpotensi digunakan sebagai material substitusi sebagian semen atau agregat halus. Sifat pozzolan dari limbah ini berasal dari kandungan silika dan partikelnya yang halus. Abu hasil pembakaran dari tungku atau pengolahan limbah tersebut mengandung silika aktif yang dapat dimanfaatkan. Silika adalah material dengan kandungan SiO_2 yang tinggi yang berfungsi mengisi rongga di antara partikel semen. Peningkatan kuat tekan beton secara signifikan terjadi akibat pengisian rongga-rongga tersebut.

Pada penelitian ini, limbah abu ampas kopi digunakan sebagai material substitusi semen dalam pembuatan beton normal. Pemanfaatan limbah tersebut diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik beton sekaligus mengurangi jumlah limbah yang belum termanfaatkan secara optimal. Hingga saat ini pemanfaatan abu ampas kopi dalam penelitian beton masih tergolong terbatas, sehingga perlu dilakukan kajian lebih mendalam. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis mengambil judul “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Limbah Abu Ampas Kopi Arabika Sebagai Substitusi Semen”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan diteliti diantaranya adalah :

1. Berapa nilai kuat tekan beton dengan menggunakan abu ampas kopi dengan variasi 6%, 12%, dan 18%?
2. Apakah limbah abu ampas kopi sebagai obat, atau sebagai perekat pembuatan beton seperti bahan semen?.
3. Apakah benar abu ampas kopi ini selama 14 hari baru reaksi lanjut tapi belum mengeras, setelah 28 hari baru keras adanya?.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan abu ampas kopi sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton.
2. Menganalisis nilai kuat tekan beton dengan limbah abu ampas kopi dengan variasi 6%, 12%, dan 18%.
3. Menganalisis perbandingan hasil kuat tekan antara beton normal dengan beton yang menggunakan limbah abu ampas kopi sebagai substitusi sebagian semen.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menambah wawasan mengenai pemanfaatan abu ampas kopi arabika sebagai substitusi sebagian semen pada beton. penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pembaca dan akademisi untuk pengembangan penelitian mengenai



pemanfaatan limbah sebagai bahan alternatif dalam konstruksi. selain itu, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dalam mengelola limbah ampas kopi agar lebih bermanfaat serta membantu mengurangi pencemaran lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Berdasarkan SNI-03-2847-2002, beton didefinisikan sebagai massa padat dari campuran semen, agregat, dan air yang mengalami pengerasan melalui reaksi hidrasi hingga mencapai kekuatan rencana pada usia 28 hari. Sifat mekanis beton mencakup *workability*, *bleeding*, segregasi, kuat tekan, kuat tarik, durabilitas, penyusutan, serta rangkai. Menurut Tjokrodinulyo (2007), keunggulan utama beton terletak pada kemampuan menahan gaya tekan yang optimal, fleksibilitas pembentukan, serta ketahanan terhadap korosi dan api, meskipun memiliki kelemahan berupa kuat tarik yang rendah dan bersifat getas. Nilai kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh Faktor Air Semen (FAS), umur beton, jenis dan jumlah semen, serta sifat agregat penyusunnya, di mana di Indonesia sistem penggolongan mutunya dinyatakan melalui standar mutu K (kg/cm^2) dengan benda uji kubus dan mutu f'_c (MPa) menggunakan benda uji silinder.

2.2 Abu Ampas Kopi

Abu ampas kopi merupakan salah satu limbah hasil pembakaran ampas kopi yang cukup melimpah dan banyak dihasilkan dari aktivitas konsumsi kopi sehari-hari, serta mengandung senyawa mineral seperti silika (SiO_2), kalsium oksida (CaO), dan aluminium oksida (Al_2O_3) yang berpotensi dimanfaatkan dalam berbagai bidang (Marsalina & Walujodjati, 2025). Dalam penelitian ini, abu ampas kopi dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial semen pada campuran beton guna mengurangi penggunaan semen konvensional, meningkatkan nilai guna limbah, serta memberikan alternatif material yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Adapun komposisi unsur dalam abu ampas kopi berhasil diidentifikasi berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) di laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Udayana Bali, yang selanjutnya dihitung persentase senyawanya menggunakan pendekatan perbandingan massa atom relatif dan massa molekul relatif (Gusti Ngurah Sasmitha, Ketut Sudarsana :2014).

Tabel 2.2. Kandungan Senyawa Abu Ampas Kopi

Senyawa Kimia	Presentase %
CaO	39.3
SiO_2	0.6
Al_2O_3	3.3
Fe_2O_3	2.0
Mg_2O_3	8.7
senyawa lainnya	45.7

2.3 Kuat Tekan Beton

Kekuatan beton dalam menahan beban per satuan luas menjadi ukuran utama mutu strukturnya, di mana sifat tekan menempati posisi paling krusial dan dipengaruhi oleh proporsi semen, agregat, air, serta rasio air-semen (Yusup Solehudin & Walujodjati, 2021). Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan mesin uji tekan (*compressing testing machine*) dengan memberikan beban aksial (P) dalam satuan kilonewton (kN) pada benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm hingga retak atau pecah, yang dihitung menggunakan rumus kuat tekan (f'_c):

$$f'_c = P / A$$

(Keterangan: f'_c = kuat tekan beton (MPa atau N/mm^2), P = beban maksimum (N), dan A = luas penampang benda uji (mm^2)).



3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Penelitian eksperimental ini dilakukan berdasarkan tiga pilar keilmuan yaitu rasionalitas, empirisitas, dan sistematisitas untuk menguji dampak suatu perlakuan terhadap variabel lain dalam lingkungan terkendali (Sugiono, 2008), dengan tujuan penemuan data baru, pembuktian mutu, serta pengembangan pemanfaatan limbah ampas kopi sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton yang ramah lingkungan. Tahapan penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan, pengujian karakteristik material penyusun, perencanaan komposisi campuran (*mix design*), pencampuran beton, pengujian *slump*, pembuatan benda uji silinder, perawatan (*curing*) melalui metode perendaman, hingga pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari yang seluruh prosesnya mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) agar memperoleh keakuratan dan keandalan tinggi.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian kuat tekan beton dengan menggunakan bahan campuran abu ampas kopi sebagai bahan substitusi semen dilaksanakan pada tanggal 23 Mei sampai 22 Juni 2026 di Laboratorium PT. Pionirbeton Industri, Jl. Rawa Sumur IV Blok BB9A-B, Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur 13930.

3.3 Sample Benda Uji

Beton direncanakan memiliki kuat tekan rencana $f'_c = 30$ MPa dengan total keseluruhan 36 sampel benda uji silinder. Sampel terdiri dari variasi substitusi abu ampas kopi sebesar 0% (beton normal), 6%, 12%, dan 18%, di mana masing-masing variasi terdiri dari 3 sampel yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Tabel 3.1 Sample Benda Uji

No	Sample Benda Uji	7 Hari	14 Hari	28 Hari	Jumlah Benda Uji
1	Uji kuat tekan silinder ukuran 15 cm x 30 cm variasi 0%	3	3	3	9
2	Uji kuat tekan silinder ukuran 15 cm x 30 cm variasi 6%	3	3	3	9
3	Uji kuat tekan silinder ukuran 15 cm x 30 cm variasi 12%	3	3	3	9
4	Uji kuat tekan silinder ukuran 15 cm x 30 cm variasi 18%	3	3	3	9
Jumlah					36

3.4 Metodologi Penelitian

Studi ini berfokus pada kuat tekan beton menggunakan metode eksperimental dengan menetapkan beton mutu rencana $f'_c = 30$ MPa sebagai kelompok kontrol yang diperbandingkan secara langsung dengan beton eksperimen. Rangkaian penelitian diawali dengan tahapan persiapan dan pengujian material, pembuatan serta perawatan benda uji berbentuk silinder, hingga pengujian kuat tekan menggunakan *compression test machine* untuk memperoleh data yang dianalisis secara mendalam sebagai dasar perumusan kesimpulan dan rekomendasi yang relevan.

3.5 Alat dan Bahan

Peralatan dan material utama disiapkan sesuai spesifikasi standar SNI sebelum pengujian dilakukan. Peralatan yang digunakan meliputi *Compression Testing Machine* untuk mengukur kuat tekan, mixer/molen untuk mencampur adukan secara homogen, kerucut Abrams dan batang penumbuk untuk pengujian *slump* serta pemadatan, saringan/ayakan



untuk analisis gradasi agregat, timbangan digital, oven, cetakan silinder berukuran 15 cm × 30 cm, sendok semen, bak air untuk proses *curing*, serta gelas ukur, ember, dan meteran sebagai penunjang. Sementara itu, material penyusun terdiri dari Semen Portland Tipe I (OPC Tiga Roda), pasir Bangka Belitung sebagai agregat halus, batu *split* Rumpin Bogor (ukuran 20 mm dan 40 mm) sebagai agregat kasar, air untuk memicu reaksi hidrasi, serta abu ampas kopi yang diperoleh melalui proses pengeringan oven pada suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam, pembakaran selama ± 4 jam, dan diayak menggunakan saringan No. 200 sebagai bahan substitusi semen.

3.6 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat tahapan dalam menentukan pengaruh substitusi semen dengan campuran beton menggunakan limbah abu ampas kopi. Tahapan penelitian ini merupakan proses yang dilakukan secara terstruktur, runtut, dan sistematis.

3.7 Cara Pengujian

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menerima beban tekan hingga batas maksimum per satuan penampang pada umur 7, 14, dan 28 hari menggunakan mesin uji tekan di laboratorium. Tahapan pengujian diawali dengan mengeluarkan sampel benda uji yang telah mencapai umur dari tempat perawatan, membersihkan permukaannya, serta mengukur diameter, tinggi, dan beratnya. Selanjutnya, sampel diletakkan secara rata pada mesin uji tekan dan diberi pembebanan bertahap hingga benda uji hancur, di mana nilai beban maksimum (P) yang tertera pada jarum manometer saat benda uji hancur dicatat untuk menghitung besarnya tegangan hancur.

3.8 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji diawali dengan membersihkan peralatan dan menimbang bahan sesuai *mix design*, membasahi molen, lalu mengaduk agregat kasar, pasir, semen, serta abu ampas kopi secara kering sebelum ditambahi air sedikit demi sedikit hingga homogen. Adukan beton segar selanjutnya diuji *slump* dengan mengisikannya ke dalam kerucut Abrams sebanyak 3 lapis yang masing-masing ditusuk 25 kali, diratakan, lalu diangkat vertikal (5 ± 2 detik) untuk diukur penurunan tingginya dalam waktu maksimal 2,5 menit. Setelah nilai *slump* memenuhi syarat, adukan dituangkan ke cetakan silinder ($\emptyset 15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$), dipadatkan dengan tusukan, dan didiamkan selama 24 jam sebelum cetakan dibuka untuk diberi kode penamaan. Proses perawatan (*curing*) dilakukan melalui perendaman penuh spesimen dalam air biasa hingga mencapai umur uji (7, 14, dan 28 hari) guna mencegah penguapan air. Pada hari pengujian, sampel dikeluarkan dari bak perendam, dibersihkan dengan kain lembab, diukur berat serta dimensinya, lalu dilapisi (*capping*) mortar belerang pada permukaan atas dan bawahnya. Sampel kemudian diletakkan secara sentris pada mesin uji tekan dan diberi pembebanan konstan (2 hingga 4 kg/cm^2 per detik) hingga hancur untuk mencatat beban maksimum yang dicapai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Material

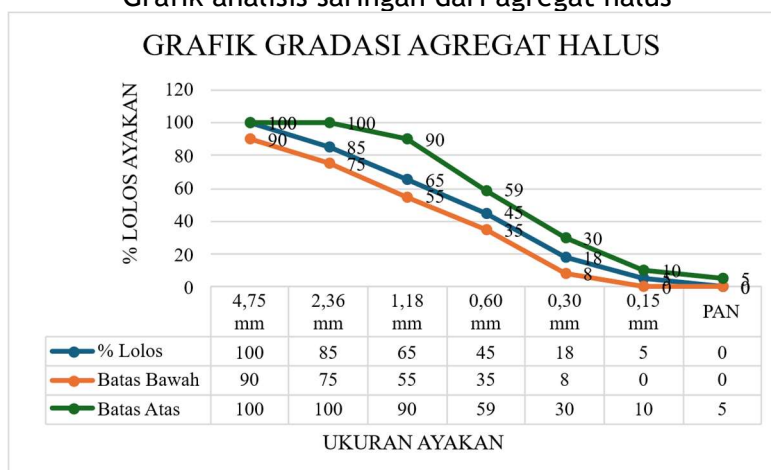
Material yang digunakan dalam penelitian ini merupakan terdiri dari agregat alam yaitu agregat halus (pasir) yang berasal dari Bangka Belitung, sedangkan agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari daerah Bogor. Sebelum digunakan dalam proses penelitian, seluruh material terlebih dahulu dilakukan pengujian dengan mengacu pada standar ASTM (*American Standard for Testing Material*). Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui karakteristik, sifat fisik, dan spesifikasi material yang akan digunakan dalam penelitian. Berikut merupakan data hasil pemeriksaan agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :



Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pemeriksaan Bangka Belitung	Keterangan
1	Modulus kehalusan	2,3 - 3,1	2,46	Memenuhi
2	Berat jenis kondisi (SSD)	2,4 gr/cm ³ - 2,9 gr/cm ³	2,60	Memenuhi
3	Penyerapan Air	3%	1,52	Memenuhi
4	Berat Volume	1,4 - 1,9 kg/m ³	1,594	Memenuhi
5	Kadar Air	1% - 5%	2,56	Memenuhi
6	Kadar Organik	Maks : 3 (Standar warna)	3	Memenuhi
7	Kadar Lumpur	Maks. 5%	2,67%	Memenuhi

Grafik analisis saringan dari agregat halus



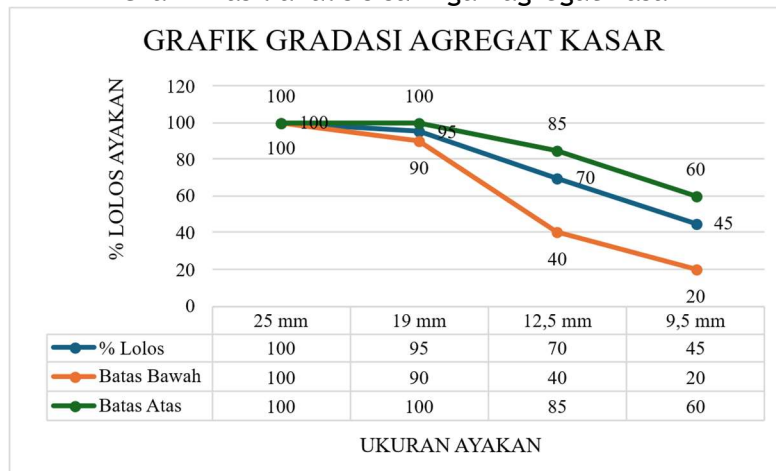
Hasil data pengujian agregat kasar (split) dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pemeriksaan	Keterangan
1	Modulus kehalusan	6,0 - 7,1	6,75	Memenuhi
2	Berat jenis kondisi (SSD)	2,4 gr/cm ³ - 2,9 gr/cm ³	2,55	Memenuhi
3	Penyerapan Air	Maks. 3%	2,25	Memenuhi
4	Berat Volume	1,4 - 1,9 kg/m ³	1,42	Memenuhi
5	Kadar Air	0,5% - 2%	1,10%	Memenuhi
6	Kadar Lumpur	Maks. 1%	0,55%	Memenuhi



Grafik hasil analisis saringan agregat kasar



4.2 Pengujian Slump

Pengujian *slump test* dilakukan sebanyak tiga kali dalam waktu satu jam untuk mengetahui tingkat kekentalan atau *workability* campuran beton, yaitu kemudahan adukan saat pengadukan, pengangkutan, penuangan, dan pemadatan tanpa menyebabkan segregasi. Nilai *workability* ini dipengaruhi oleh komposisi campuran, kondisi fisik material, serta jenis bahan yang digunakan. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini memenuhi batas syarat nilai *slump test* yang berkisar antara 7,5 cm hingga 15 cm sesuai ketentuan SNI 03-2834-2000 untuk pekerjaan konstruksi berupa pelat, balok, dan kolom. Adapun hasil pengujian *slump test* dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel Hasil Pengujian Slump Test

Variasi Campuran	Tinggi Slump Test (cm)	Tambahan Air	Air 1 x Adukan
Normal	14	-	11,27
6%	12,5	-	11,27
12%	13	-	11,27
18%	13,5	-	11,27

4.3 Pengujian Kuat Beton

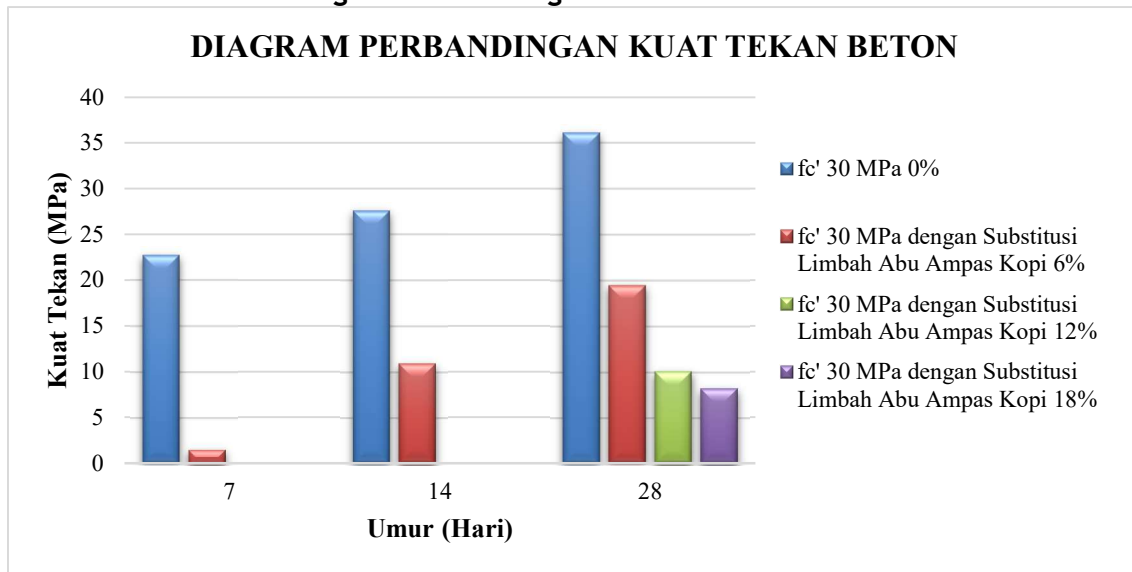
Adapun rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton normal dan variasi substitusi abu ampas kopi pada umur 7, 14, dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel Pengujian Kuat Tekan Beton 7, 14, dan 28 Hari

umur	Kuat Tekan Beton			
	f_c' 30 Mpa 0%	f_c' 30 Mpa dengan Substitusi Limbah Abu Ampas Kopi 6%	f_c' 30 Mpa dengan Substitusi Limbah Abu Ampas Kopi 12%	f_c' 30 Mpa dengan Substitusi Limbah Abu Ampas Kopi 18%
7	22,65	1,55	-	-
14	27,54	10,90	-	-
28	36,06	19,44	10,07	8,20

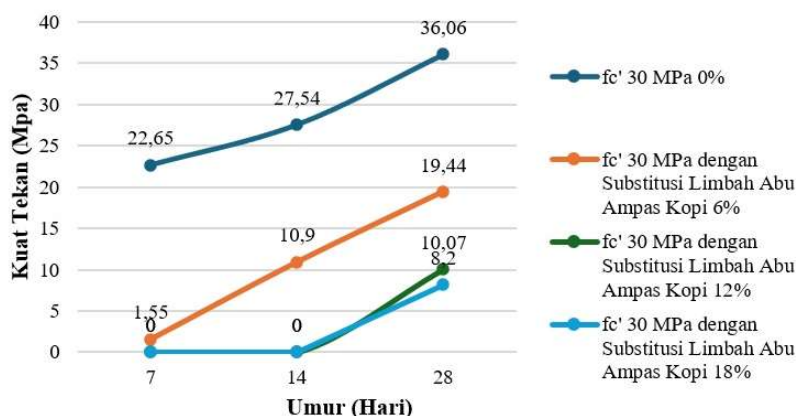


Diagram Perbandingan Kuat Tekan Beton



Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton

GRAFIK PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON



Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan abu ampas kopi sebesar 6%, 12%, dan 18% menyebabkan kuat tekan beton mengalami penurunan. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada seluruh variasi belum mencapai mutu beton rencana 30 MPa, sehingga campuran ini belum optimal untuk diaplikasikan pada elemen struktural bangunan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan nilai *slump* beton sesuai standar SNI, beton normal (0%) dengan mutu rencana 30 MPa mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 22,65 MPa pada umur 7 hari, 27,54 MPa pada umur 14 hari, dan 36,06 MPa pada umur 28 hari, sehingga telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan berdasarkan SNI 2847:2019. Sementara itu, penggunaan abu ampas kopi sebagai bahan substitusi sebagian semen dengan variasi 6%, 12%, dan 18% menghasilkan kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari masing-masing sebesar 19,44 MPa, 10,07 MPa, dan 8,20 MPa, di mana seluruh variasi tersebut belum mampu mencapai mutu beton rencana sebesar 30 MPa dan kecenderungan kuat tekannya semakin menurun seiring bertambahnya persentase abu ampas kopi yang digunakan, sehingga tidak memenuhi standar mutu beton struktur yang ditetapkan berdasarkan SNI 2847:2019.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, saran untuk penelitian selanjutnya meliputi pengkajian variasi suhu pembakaran ampas kopi guna memperoleh abu dengan kandungan silikat yang lebih reaktif, pengujian kandungan senyawa serta penggunaan ukuran partikel yang lebih halus untuk analisis karakteristik material yang lebih mendalam, dan perpanjangan umur pengujian



kuat tekan beton hingga 56 hari agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya secara lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, I. A., Taufieq, N. A. S., & Aras, A. H. (2009). Analisis Pengaruh Temperatur terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 63. <https://doi.org/10.5614/jts.2009.16.2.2>
- [2] Alkhaly, Yulius Rief, Y. F. (2018). Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Ampas Kopi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer. *Teras Jurnal*, 8(1), 360. <https://doi.org/10.29103/tj.v8i1.146>
- [3] Alkhaly, Y. R., & Syahfitri, M. (2017). Studi Eksperimen Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Material Pengganti Parsial Semen Pada Pembuatan Beton. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 101-110. <https://doi.org/10.29103/tj.v6i2.100>
- [4] ARANI, S. A. (2006). ANALISA PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG SEBAGAI BAHAN CAMPUR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK DI TINJAU DARI NILAI KUAT TEKAN DAN SERAPAN AIR. 44(2), 8-10.
- [5] Ataya Nabila, Rizky Suci Ramadhani, E. S. Y. S. (2021). Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan, POROSITAS SEBAGAI PENGANTI SEMEN PADA PEMBUATAN BETON. 1, 1-5.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. (1989). Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Laston Untuk Jalan Raya. *Sni 03-1737-1989*, 1-42.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- [8] Dr. Ir. Rajiman, S.T., M.T., M.M., I. (2020). Agregat beton.
- [9] Hasibuan, F. I. (2021). Komparasi Daya Tekan Dan Penyerapan Serbuk Kayu Dan Abu Ampas Kopi Dengan Agregat Kasar Bergradasi Seragam (Studi Penelitian). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, Vol 1 Nomo, 1-12.
- [10] Inayah, D., & Pombo, Z. (2023). PENGARUH LIMBAH AMPAS KOPI ARABIKA SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON.
- [11] Marsalina, S., & Walujodjati, E. (2025). Pengaruh Limbah Abu Ampas Kopi Garut terhadap Kuat Lentur Beton. *Jurnal Konstruksi*, 23(1), 177-188. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-1.1805>
- [12] Namrah, & Muis, A. (2022). Pengaruh Abu Ampas Kopi Dengan Bahan Tambah No Drop Plaston Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. *Jurnal Karajata Engineering*, 2(1), 58-63. <https://doi.org/10.31850/karajata.v2i1.1599>
- [13] PBI-1971/NI-2. (1971). Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971. Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 7, 130.
- [14] Shabiru, F. (2019). PENGGUNAAN ABU AMPAS KOPI ROBUSTA SIDIKALANG SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON. 175.45.187.195, 1987, 31124. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/15638>
- [15] SNI 1972-2008. (2008). SNI 1972-2008: Metode Pengujian Slump Beton. Jakarta: Badan Standar Nasional Indonesia, 5.
- [16] Teoretis, J., Bidang, T., & Sipil, R. (n.d.). Pengaruh Penggunaan Gradasi Agregat Berbasis SNI 03-2834-2000 dalam Campuran Beton terhadap Kuat Tekan dan Fracture Toughness Beton.
- [17] Teori, D. (2012). Bab 6 pengujian agregat kasar 6.1. 64-72.
- [18] Wimaya, S., Candra, A. I., & Winarto, S. (2020). Modifikasi Beton Fc 9,8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi. 3(2). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.A>
- [19] Wulansari, N., Mahawati, E., & Hartini, E. (2013). TINJAUAN KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN SERAT KAWAT BENDRAT BERBENTUK “W” SEBAGAI BAHAN TAMBAH. 1-30.
- [20] Yusup Solehudin, D., & Walujodjati, E. (2021). Analisis Lentur dan Geser Balok Beton Bertulang Profil Baja Canai Dingin. *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 219-230. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.930>