

PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN & KUAT TARIK BELAH BETON

(Ridha Alfi Faridana, Andaryati, dan Johan Paing H.W)

PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Ridha Alfi Faridana^{1,*} Andaryati² dan Johan Paing Heru Waskito³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia, 60225

E-mail: ridalfi67@gmail.com^{1,*}, andaryati@uwks.ac.id², dan johan.paing@uwks.ac.id³

(*) Penulis Korespondensi

(Artikel dikirim: 05 februari 2026, Direvisi: 07 April 2026, Diterima: 07 Mei 2026)

DOI: <https://doi.org/10.30742/axial.v14i1.5219>

ABSTRAK: Industri semen merupakan salah satu penyumbang emisi karbon yang cukup besar, sehingga diperlukan upaya pemanfaatan material alternatif yang ramah lingkungan. Salah satu material yang berpotensi digunakan adalah limbah abu ampas tebu (*bagasse ash*) sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kuat tekan maksimum dan kuat tarik belah maksimum beton yang memanfaatkan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen. Ampas tebu untuk campuran dengan variasi sebesar 0%, 2%, 4%, dan 6% dari berat semen. Benda uji berupa silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari, sedangkan pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur 28 hari. Perancangan campuran beton menggunakan metode DoE dengan faktor air semen sebesar 0,5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum beton diperoleh pada variasi 6% sebesar 40,88 MPa pada umur 28 hari dan pengujian kuat tarik belah maksimum beton juga diperoleh pada variasi 6% dengan nilai sebesar 2,89 MPa. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa limbah abu ampas tebu berpengaruh dalam meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Peningkatan optimum terjadi pada variasi 6%, dengan kuat tekan mencapai 40,88 MPa atau meningkat sebesar 22,61% dibanding beton tanpa abu ampas tebu, serta kuat tarik belah sebesar 2,89 MPa atau meningkat sebesar 10,73%. Hal ini menunjukkan bahwa abu ampas tebu berpotensi digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton.

KATA KUNCI : *ampas tebu, beton, kuat tekan, kuat tarik, substitusi semen*

ABSTRACT: *The cement industry is one of the major contributors to carbon emissions; therefore, efforts are needed to utilize environmentally friendly alternative materials. One potential material is bagasse ash waste, which can be used as a partial replacement for cement in concrete mixtures. This study aims to identify the maximum compressive strength and maximum splitting tensile strength of concrete incorporating bagasse ash waste as a partial substitute for cement. Bagasse ash was used in mixture variations of 0%, 2%, 4%, and 6% by weight of cement. The test specimens were cylindrical concrete samples with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm. Compressive strength tests were conducted at ages of 7, 14, and 28 days, while splitting tensile strength tests were conducted at 28 days. The concrete mix design was based on the DoE method with a water-cement ratio of 0.5. The results showed that the maximum compressive strength of concrete was achieved at the 6% variation, reaching 40.88 MPa at 28 days. Similarly, the maximum splitting tensile strength was also obtained at the 6% variation, with a value of 2.89 MPa. Based on these results, it can be concluded that bagasse ash waste contributes to improving both the compressive strength and splitting tensile strength of concrete. The optimum improvement occurred at the 6% variation, where the compressive strength reached 40.88 MPa, representing an increase of 22.61% compared sugarcane bagasse ash, and the splitting tensile strength reached 2.89 MPa, an increase of 10.73%. These findings indicate that bagasse ash has strong potential to be used as a partial replacement for cement in concrete mixtures.*

KEYWORDS: *bagasse ash, cement substitution, compressive strength, concrete, tensile strength*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan di dunia konstruksi saat ini sangat gencar dilakukan untuk memenuhi segala kebutuhan manusia. Salah satu komponen utama

dalam konstruksi bangunan gedung adalah beton (Adiguna & Wahyudi, 2020). Beton dikenal luas sebagai material konstruksi yang populer karena kuat, daya tahan yang panjang, serta biaya



produksi yang relatif lebih murah. Dengan beton dapat dibangun bendungan, jalan raya, fondasi, bangunan gedung pencakar langit maupun basemen (Saputra et al., 2019). Beton merupakan bahan campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) dengan perbandingan tertentu yang akan membentuk beton segar. Dalam pembuatan beton, semen berperan sebagai bahan pengikat utama yang sangat mempengaruhi kualitas akhir beton. Namun, dibalik perannya yang sangat penting tersebut, industri semen tercatat sebagai salah satu sumber emisi CO₂ terbesar di dunia. Produksi semen menyumbang kurang lebih 7% dari total emisi CO₂ di dunia (Andrew, 2019). Selain itu, proses produksi semen memerlukan energi yang tinggi dan bahan baku alam yang tidak dapat diperbarui, seperti batu kapur. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan limbah sebagai bahan substitusi sebagian semen karena memiliki kandungan silika (SiO₂) yang tinggi dan bersifat pozzolanik, sehingga mampu bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) hasil hidrasi semen untuk membentuk senyawa *Calcium Silicate Hydrate* (C-S-H) tambahan yang dapat meningkatkan kuat tekan, kepadatan, dan durabilitas beton, sekaligus mengurangi penggunaan semen *Portland*, menekan emisi CO₂, serta memanfaatkan limbah industri gula yang melimpah sehingga lebih ekonomis dan ramah lingkungan (Pratama & Chairina, 2023). Pemanfaatan material pozzolan dari limbah seperti abu sekam padi sebagai substitusi sebagian semen juga terbukti mampu meningkatkan kualitas beton sekaligus menghasilkan material konstruksi yang lebih ramah lingkungan, dengan kuat tekan optimum diperoleh pada variasi substitusi tertentu (Rochmah et al., 2022).

Selain abu sekam padi, material pozzolan lainnya adalah abu ampas tebu. Abu ampas tebu merupakan limbah hasil pembakaran ampas tebu pada industri gula yang jumlahnya melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Keberadaan C-S-H tambahan tersebut berperan dalam meningkatkan kepadatan mikrostruktur beton dan berpotensi meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton (Elawadly & Sanad, 2025). Meskipun demikian, penggunaan abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen tidak selalu memberikan peningkatan sifat mekanik beton. Pada kadar tertentu, abu ampas tebu dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton melalui reaksi pozzolanik dan efek pengisian rongga (*filler effect*) (Rochmah et al., 2022). Namun pada kadar yang lebih tinggi,

penurunan jumlah semen aktif serta meningkatnya kebutuhan air akibat sifat higroskopis abu dapat menyebabkan penurunan *workability* dan kekuatan beton. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat batas optimum penggunaan abu ampas tebu yang perlu ditentukan secara eksperimental.

Limbah abu ampas tebu yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT Sinergi Gula Nusantara – PG Krembung yang terletak di Jl. PG Krembung No. 35, Krembung Timur, Krembung, Kec. Krembung, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61275. Limbah abu ampas tebu yang dihasilkan dari proses produksi gula dapat mencapai 3,36 hingga 6,72 ton per hari, sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dimanfaatkan secara optimal. Abu ampas tebu Abu tersebut diperoleh dari hasil pembakaran ampas tebu pada ketel uap (*boiler*) yang digunakan sebagai sumber energi dalam proses penggilingan tebu. Selanjutnya, abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pembakaran ampas tebu di pabrik gula, kemudian dilakukan pengolahan lanjutan oleh peneliti berupa pengovenan pada suhu 110°C untuk mengurangi kadar air, menghilangkan pengotor, serta meningkatkan kandungan silika aktif sehingga sifat pozzolaniknya menjadi lebih baik dan lebih layak digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton dapat dilihat pada **Gambar 1**. Abu ampas tebu memiliki kandungan senyawa kimia dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap sifat mekanik beton, khususnya kuat tekan dan kuat tarik belah, serta pengaruhnya terhadap *workability* beton.



Gambar 1. AAT Sudah di Oven

Tabel 1. Kandungan Senyawa Kimia Abu Ampas Tebu

Parameter	Hasil Analisa
	Satuan (%)
Silika (SiO ₂)	71
Alumina (Al ₂ O ₃)	1,9

PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN & KUAT TARIK BELAH BETON

(Ridha Alfi Faridana, Andaryati, dan Johan Paing Heru Waskito)

Besi (FeO ₂)	7,8
Kapur (CaO)	3,4
Magnesium (Mg)	0,3

(Sumber : laporan praktek kerja dan studi laboratorium di PT Semen Indonesia (Semen Gresik))

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

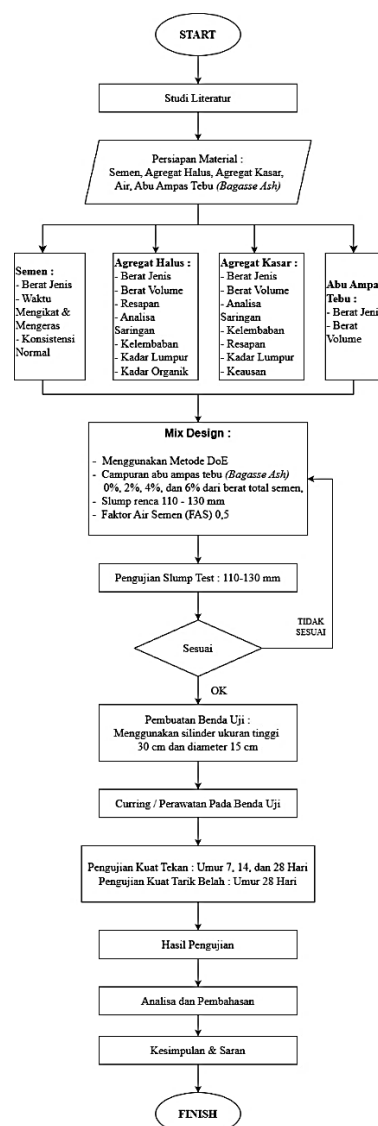
Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur untuk menganalisa suatu masalah atau latar belakang sehingga bisa dijadikan suatu pembahasan dan mendapatkan hipotesa, persiapan material, pengujian material, membuat campuran beton atau *mix design* mengacu pada metode DoE (*Department of Environment*) adalah metode perancangan campuran beton untuk menentukan proporsi semen, air, agregat halus, dan agregat kasar agar diperoleh mutu beton yang sesuai rencana, ekonomis, serta memenuhi *workability* dan *durability*, lalu melakukan *slump test* dan pembuatan benda uji, melakukan perawatan (*curing*), pengujian kuat tekan umur 7, 14, dan 28 hari, melakukan analisa hasil apakah sesuai dengan hipotesa dan menjawab rumusan masalah, serta dari hasil penelitian dapat dilakukan membuat kesimpulan dan saran. Diagram alir penelitian ditampilkan pada **Gambar 2**. Variabel pada penelitian ini yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas yaitu abu ampas tebu dengan persentase 2%, 4%, dan 6% dari berat semen. Variabel kontrol yaitu beton 0% abu ampas tebu.

2.2 Persiapan dan Pengujian Material

Pada penelitian ini menggunakan material semen produksi PT. Semen Indonesia tipe I, pasir dari Lumajang, batu pecah dari Pasuruan, abu ampas tebu berasal dari PT Sinergi Gula Nusantara – PG Krembong, Sidoarjo. Setelah persiapan material dilanjutkan dengan pengujian material. Pengujian material dilakukan di Laboratorium Beton dan Material Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, dan pembuatan benda uji dilakukan di PT. Varia Usaha Beton.

2.3 Rancangan Campuran

Campuran abu ampas tebu (AAT) digunakan untuk pembuatan beton sebagai campuran semen. Pada penelitian ini rancangan campuran menggunakan metode DoE, menggunakan variasi abu ampas tebu 2%, 4%, dan 6% dengan FAS 0,5. Pada perhitungan rancangan campuran ini diperlukan juga data kadar air pasir, resapan pasir, kadar air batu pecah dan resapan batu pecah. Kebutuhan material untuk campuran beton ditampilkan pada **Tabel 2**.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tabel 2. Kebutuhan Material Untuk Campuran Beton

% AAT	Semen (kg)	AAT (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)	Air (lt/m ³)
0	26,24	-	45,39	60,89	13,15
2	25,70	0,53	45,39	60,89	13,15
4	25,19	1,05	45,39	60,89	13,15
6	24,68	1,56	45,39	60,89	13,15

2.4 Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 48 buah yaitu 36 buah untuk uji kuat tekan dan 12 buah untuk uji kuat tarik belah. Jumlah benda uji setiap variasi adalah 3 buah benda uji. Adapun langkah-langkah pembuatan benda uji yaitu pencampuran seluruh material atau *mixing*, uji slump, penuangan campuran ke dalam cetakan berbentuk silinder, dan dibiarkan selama 24 jam

selama proses mengering dan mengeras. Kemudian dikeluarkan dari cetakan, dan direndam dalam air sebagai tahap perawatan (*curing*). Uji slump bertujuan untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) atau kekentalan beton segar agar sesuai dengan mutu rencana. Pengujian slump mengacu pada SNI 03-1972-1990 dengan slump rencana sebesar 120 mm, karena nilai tersebut menunjukkan beton memiliki *workability* yang cukup baik sehingga mudah dalam proses pencampuran, penuangan, dan pemadatan, serta tetap mampu mencapai mutu beton yang direncanakan. Pembuatan benda uji ini dilakukan di PT. Varia Usaha Beton.

2.5 Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974, 1990. dan dilakukan terhadap benda uji umur 7, 14, dan 28 hari. Kuat tekan ditentukan dengan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- f_c = kuat tekan (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- A = luas penampang benda uji (mm²)

2.6 Uji Kuat Tarik Belah Beton

Benda uji yang dibutuhkan yaitu beton dengan umur 28 hari. Uji kuat tarik belah mengacu pada SNI 03-2491-2002. Kuat tarik belah ditentukan dengan rumus berikut:

$$f_t = \frac{2P}{\pi L D} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- f_t = kuat tarik belah beton (MPa)
- P = beban maksimum (N)
- L = Panjang silinder (mm)
- d = diameter silinder beton (mm)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Material

Tabel 3. Hasil Uji Material Semen

Uji Material	Hasil Uji
Konsistensi Normal Semen Tanpa AAT	28%
Konsistensi Normal Semen + AAT 2%	28,50%
Konsistensi Normal Semen + AAT 4%	29,10%
Konsistensi Normal Semen + AAT 6%	29,80%
Waktu Mengikat & Mengeras Semen tanpa AAT	135 menit (mengikat) 255 menit (mengeras)
Waktu Mengikat & Mengeras Semen + AAT 2%	45 menit (mengikat) 120 menit (mengeras)

Waktu Mengikat & Mengeras Semen + AAT 4%	45 menit (mengikat) 105 menit (mengeras)
Waktu Mengikat & Mengeras Semen + AAT 6%	45 menit (mengikat) 90 menit (mengeras)
Berat Volume Semen	3,17 gr/cm ³
Berat Jenis Semen	1,02 gr/cm ³

Tabel 3 menjelaskan hasil uji semen berdasarkan syarat yang ditetapkan pada standar pengujian SNI dan ASTM, semen memenuhi syarat untuk campuran beton.

Tabel 4. Hasil Uji Material Pasir

Uji Material	Hasil Uji
Berat Volume Pasir	1,56 gr/cm ³
Berat Jenis Pasir	1,7 gr/cm ³
Analisa Saringan Pasir	Zona 2 dan modulus kehalusan (fm) = 2,42
Kebersihan Pasir Terhadap Kadar Organik	Coklat Muda
Kebersihan Pasir Terhadap Kadar Lumpur Dengan Cara Basah	4,44%
Resapan Pasir	2,45%
Kadar Air Pasir	4,16%

Tabel 5. Hasil Uji Material Batu Pecah

Uji Material	Hasil Uji
Berat Jenis Batu Pecah	2,90%
Berat Volume Batu Pecah	1,54%
Analisa Saringan Batu Pecah	Zona 1 dan modulus kehalusan (fm)= 6,43
Kadar Air Batu Pecah	1,01%
Kebersihan Batu Pecah Terhadap Kadar Lumpur Dengan Cara Kering	0,015%
Resapan Batu Pecah	2,20%
Keausan Batu Pecah	3,22%

Tabel 4 dan **Tabel 5** masing-masing adalah hasil uji pasir dan batu pecah. Hasil uji menunjukkan bahwa pasir dan batu pecah telah memenuhi syarat yang ditetapkan pada standar pengujian SNI dan ASTM, batu pecah memenuhi syarat untuk campuran beton.

Tabel 6 adalah hasil uji material ampas tebu yang digunakan dalam campuran beton.

Tabel 6. Hasil Uji Material Abu Ampas Tebu

Uji Material	Hasil Uji
Berat Jenis Abu Ampas Tebu	2,1 gr/cm ³

PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN & KUAT TARIK BELAH BETON

(Ridha Alfi Faridana, Andaryati, dan Johan Paing Heru Waskito)

Berat Volume Abu Ampas Tebu	8,4 gr/cm ³
-----------------------------	------------------------

3.2 Hasil Uji Slump

Pada saat pembuatan adukan beton, terhadap campuran beton segar dilakukan pengujian slump. Hasil uji ditampilkan pada **Tabel 7** menunjukkan bahwa penurunan slump yang terjadi sesuai dengan slump rencana, dan kebutuhan air pada rancangan campuran sudah sesuai untuk mendapatkan nilai slump tersebut.

Tabel 7. Hasil Uji Slump

Benda Uji Limbah AAT	Slump Rencana (mm)	Hasil Slump (mm)	Keterangan
0%	110 – 130	120	Ok
2%	110 – 130	120	Ok
4%	110 – 130	120	Ok
6%	110 – 130	120	Ok

3.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Gambar 3 menampilkan saat pengujian kuat tekan. Hasil uji kuat tekan beton diuraikan pada **Tabel 8** dan **Gambar 4**.



Gambar 3. Pengujian Kuat Tekan Beton

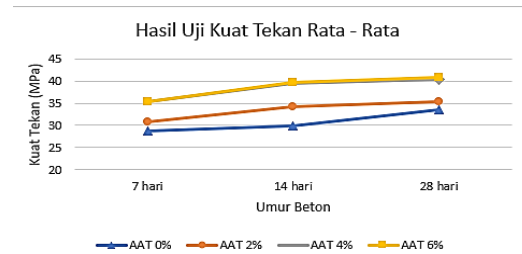
Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan

Nama Benda Uji	Uji Kuat Tekan (MPa)		
	Umur Beton		
	7 hari	14 hari	28 hari
AAT 0%	28,70	29,95	33,34
AAT 2%	30,74	34,12	35,42
AAT 4%	35,31	39,44	40,25
AAT 6%	25,37	39,58	40,88

Tabel 8 dan **Gambar 4** menunjukkan hasil uji kuat tekan beton umur 7, 14, dan 28 hari dengan variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) sebesar 0%, 2%, 4%, dan 6%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton serta meningkatnya persentase AAT yang digunakan dalam campuran beton.

Pada beton normal tanpa penambahan AAT (AAT 0%), kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 28,70 MPa, kemudian meningkat menjadi 29,95 MPa pada umur 14 hari, dan mencapai 33,44 MPa pada umur 28 hari.

Peningkatan kuat tekan ini terjadi akibat proses hidrasi semen yang terus berlangsung, sehingga ikatan antar material dalam beton menjadi semakin kuat seiring bertambahnya umur beton.



Gambar 4. Hasil Uji Kuat Tekan

Penambahan AAT sebesar 2% menghasilkan kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan beton normal pada semua umur pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa abu ampas tebu mulai berperan dalam meningkatkan kekuatan beton, baik melalui efek pengisian rongga (filler) maupun reaksi pozzolan yang terjadi pada umur beton tertentu. Pada variasi AAT 4%, kuat tekan beton mengalami peningkatan yang cukup signifikan dibandingkan variasinya sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan AAT pada kadar 4% memberikan kontribusi terhadap peningkatan kekuatan beton, karena partikel AAT yang halus mampu mengisi pori-pori beton dan memperbaiki struktur mikro beton. Variasi AAT sebesar 6% menghasilkan kuat tekan beton tertinggi dibandingkan variasi lainnya, yaitu sebesar 40,88 MPa pada umur 28 hari.

Jadi dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton dan persentase AAT yang digunakan. Penggunaan AAT sebesar 2%, 4%, dan 6% pada campuran beton terbukti mampu meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan beton tanpa AAT (AAT 0%). Kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi AAT 6% dengan nilai kuat tekan 40,88 MPa dan kuat tekan terendah diperoleh pada variasi AAT 4% dengan nilai kuat tekan 40,25 MPa. Namun, peningkatan kuat tekan yang terjadi dari variasi AAT 4% ke 6%, di mana penambahan kadar AAT yang lebih besar tidak lagi memberikan peningkatan kuat tekan beton. Oleh karena itu, penggunaan abu ampas tebu (AAT) hanya dapat digunakan sampai persentase 6% karena menurut Pranowo et al. (2022) dan Wulandari (2016) disimpulkan bahwa penggunaan AAT di atas 8% dapat menurunkan kuat tekan pada beton.

3.4 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah ditampilkan pada **Gambar 5**. Hasil uji kuat tarik belah dapat dilihat pada **Tabel 9**.



Gambar 5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 9. Hasil Uji Kuat Tarik Belah

Nama Benda Uji	Uji Kuat Tarik Belah Umur 28 hari (MPa)
AAT 0%	2,61
AAT 2%	2,81
AAT 4%	2,82
AAT 6%	2,89

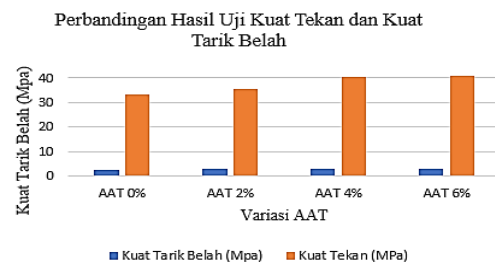
Tabel 9 menunjukkan hasil uji kuat tarik belah beton pada umur 28 hari, terlihat bahwa beton dengan variasi abu ampas tebu (AAT) menunjukkan nilai kuat tarik belah yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa AAT (AAT 0%). Beton tanpa AAT memiliki kuat tarik belah sebesar 2,61 MPa, sedangkan beton dengan penambahan AAT 2%, 4%, dan 6% masing-masing mencapai 2,81 MPa, 2,82 MPa, dan 2,89 MPa. Jika dibandingkan dengan beton kontrol, (0% AAT), terjadi peningkatan kuat tarik belah pada variasi AAT 2%, 4% dan 6% berturut-turut sebesar 7,7%, 8,0% dan 10,7% Peningkatan tertinggi pada AAT 6% sebesar 2,89 MPa dan nilai terendah pada AAT 2% sebesar 2,81 MPa. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penambahan abu ampas tebu memberikan kontribusi positif terhadap kemampuan beton dalam menahan gaya tarik tidak langsung. Jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan abu ampas tebu (AAT) sebagai pengganti sebagian semen terbukti meningkatkan kuat tarik belah beton pada umur 28 hari dibandingkan beton tanpa AAT. Peningkatan kekuatan beton tersebut karena abu ampas tebu (AAT) mengandung silika (SiO_2) yang bersifat pozzolan, sehingga mampu bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) hasil hidrasi semen dan membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) tambahan. Senyawa ini berperan penting dalam meningkatkan ikatan antara pasta semen dan agregat, sehingga struktur beton menjadi lebih padat dan kuat terhadap gaya tarik belah (Morib et al., 2025).

3.5 Perbandingan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Hasil perhitungan rasio kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton umur 28 hari diuraikan pada **Tabel 10** dan **Gambar 6**. Hubungan kuat tarik belah beton AAT terhadap kuat tekan beton secara empiris menunjukkan bahwa nilai kuat tarik belah beton normal berkisar antara 9% - 15% dari kuat tekan beton (Kosakoy et al., 2017).

Tabel 10. Perbandingan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Nama Benda Uji	f_t (MPa)	f'_c (MPa)	Rasio $\frac{f_t}{f'_c}$ (%)
AAT 0%	2,61	33,34	7,81
AAT 2%	2,81	35,42	7,93
AAT 4%	2,82	40,25	7,01
AAT 6%	2,89	40,88	7,07



Gambar 6. Perbandingan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan **Tabel 10** dan **Gambar 6**, hasil pengujian beton umur 28 hari menunjukkan bahwa penambahan abu ampas tebu (AAT) sebesar 0%, 2%, 4%, dan 6% mampu meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Nilai rasio kuat tarik belah terhadap kuat tekan (f_t/f'_c) pada beton AAT 0%, 2%, 4%, dan 6% berturut-turut sebesar 7,81%, 7,93%, 7,01%, dan 7,07%. Rasio tertinggi terjadi pada beton AAT 2%, sedangkan pada beton 4% dan 6% terjadi sedikit penurunan karena peningkatan kuat tekan lebih dominan dibandingkan kuat tarik belah.

Pada penelitian ini diperoleh rasio kuat tarik belah sekitar 7% terhadap kuat tekannya. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan AAT lebih berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan dibandingkan kuat tarik belah. Meskipun demikian, beton dengan penambahan AAT tetap menunjukkan peningkatan sifat mekanik dan layak digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen, dengan AAT optimum pada kadar 6%.

PENGARUH ABU AMPAS TEBU SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN & KUAT TARIK BELAH BETON

(Ridha Alfi Faridana, Andaryati, dan Johan Paing Heru Waskito)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian beton abu ampas tebu (AAT) sebagai bahan pengganti sebagian semen, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kuat tekan maksimum beton dengan pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen diperoleh pada variasi AAT sebesar 6%, dengan nilai kuat tekan 40,88 MPa pada umur 28 hari. Peningkatan kuat tekan ini disebabkan oleh sifat pozzolanik abu ampas tebu yang mengandung silika (SiO₂) sehingga membentuk senyawa C-S-H tambahan, serta peran partikel abu yang halus sebagai filler yang membuat beton lebih padat. Selain itu, kuat tekan beton meningkat seiring bertambahnya umur beton akibat berlangsungnya proses hidrasi dan reaksi pozzolanik.

Kuat tarik belah maksimum beton dengan pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen juga diperoleh pada beton AAT sebesar 6%, dengan nilai kuat tarik belah sebesar 2,89 MPa pada umur 28 hari. Peningkatan kuat tarik belah beton dipengaruhi oleh terbentuknya ikatan yang lebih baik antara pasta semen dan agregat akibat adanya reaksi pozzolanik serta efek pengisian rongga oleh abu ampas tebu. Struktur beton yang lebih padat dan homogen tersebut meningkatkan kemampuan beton dalam menahan gaya tarik secara tidak langsung.

Persentase optimum penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi sebagian semen adalah 6% dari berat semen, karena pada kadar ini beton menghasilkan kinerja terbaik terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah tanpa menurunkan mutu beton. Dengan demikian, abu ampas tebu layak digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen serta berpotensi mendukung pengurangan penggunaan semen dan konstruksi berkelanjutan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Varia Usaha Beton - Gresik yang telah mendukung dan memberikan fasilitas selama proses penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adiguna, A., & Wahyudi, A. (2020). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Limbah Pabrik Gula Cinta Manis Kabupaten Ogan Ilir Sebagai Additive Beton. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(1), 46. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v17i1.3383>.
- Andrew, R. M. (2019). Global CO₂ emissions from cement production, 1928-2018. *Earth*

System Science Data, 11(4), 1675–1710. <https://doi.org/10.5194/essd-11-1675-2019>.

- Elawadly, N., & Sanad, S. A. (2025). Sustainable concrete incorporating sugarcane Bagasse ash: a study on workability, mechanical behavior, and microstructure. *Innovative Infrastructure Solutions*, 10(9), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s41062-025-02177-6>
- Kosakoy, M. N. M., Wallah, S. E., & Pandaleke, R. (2017). Perbandingan nilai kuat tarik langsung dan tidak langsung pada beton yang menggunakan fly ash. *Jurnal Sipil Statik*, 5(7), 383–392. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/jss/article/view/17118>.
- Morib, M. A., Ariyani, N., Gea, A. P., & Halawa, R. (2025). Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Karakteristik Beton SCC. *Jurnal Teknik Sipil Ukrim*, 2(1), 96–105. <https://doi.org/10.61179/jtsukrim.v2i1.721>
- Pranowo, D. D., Suryani, E., & Rahmadhani, C. P. (2022). Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu sebagai Pengganti Sebagian Semen Ditinjau Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 2(3), 477–484. <https://doi.org/10.54082/jupin.106>
- Pratama, A., & Chairina, E. (2023). Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 118–124. <https://doi.org/10.30743/jtsip.v2i1.7669>
- Rochmah, N., Sutriyono, B., Beatrix, M., & Pertiwi, D. (2022). Pengaruh Abu Sekam Sebagai Substitusi Semen Pada Kuat Tekan Flowing Concrete. *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 10(1), 19–24. <https://doi.org/10.30742/axial.v10i1.2172>
- Saputra, E. B., Gunawan, L. I., & Safarizki, H. A. (2019). Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton Normal. *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 1(2), 67. <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i2.589>
- Wulandari, M. (2016). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash) Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Pada Struktur Balok Pendek. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), 125–133.