



Analisis Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Tras dan Pengembangan Panduan Praktikum Beton (*Analysis of Concrete Compressive Strength with the Addition of Trass and the Development of a Concrete Practicum Guide*)

Rahmat Saliko¹, Fadly Achmad², Aryati Alitu³

^{1,2,3}Pendidikan Vokasional Konstruksi Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo
salikorahmat02001@gmail.com¹, fadlyachmad@ung.ac.id², aryatialitu@ung.ac.id³

Article Info	Abstract
Article history: Received: 7 Januari 2026 Revised: 27 Januari 2026 Accepted: 28 Januari 2026 Keywords: Compressive Strength of Concrete Trass Additives Guideline Development Kata Kunci: Kuat Tekan Beton Bahan Tambah Tras Pengembangan Panduan	Concrete is a versatile construction material that has had a major impact on global reconstruction. This is because concrete is an important element in the formation of structures, due to its high compressive strength. This study aims to analyze the effect of adding trass to the compressive strength of concrete as a filler. The variations in trass addition were 5%, 10%, 15%, and 20%. In addition, this study also produced a product in the form of a practical guide for concrete construction based on fillers. The method used was laboratory testing with a concrete compression testing machine to determine the strength characteristics of each percentage Concrete mix. The materials used include cement, coarse aggregate, fine aggregate, from PT. HPP HARMONIS Telaga Biru, and the trass used is Lompoto'o trass, Central Suwawa. The testing was carried out at the Civil Engineering Laboratory of Gorontalo State University. The results of the study showed that concrete with 0% trass had a strength of 25.93 MPa, 5% trass had a strength of 27.51 MPa, 10% trass had a strength of 24.37 MPa, 15% trass had a strength of 22.55 MPa, and 20% trass had a strength of 21.48 MPa. The conclusion is that the addition of trass will increase the strength of concrete at a certain percentage, and the effect of using trass in concrete as an additive causes an increase in the volume weight of concrete. In addition, the validity results of the developed guidelines showed a value of 83.4%, which falls into the good category, so it can be said to be effective in supporting concrete practical activities or concrete with trass additives. Abstrak Beton merupakan bahan konstruksi serbaguna yang memberikan pengaruh besar pada rekonstruksi dunia. Hal ini disebabkan beton merupakan elemen penting pada pembentukan struktur, dikarenakan beton mempunyai kelebihan terhadap kuat tekannya yang tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan tras terhadap kuat tekan beton sebagai bahan tambah (filler). Variasi penambahan tras yang dibuat yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20%. Selain itu penelitian ini juga menghasilkan produk pengembangan panduan praktikum konstruksi beton berbasis filler. Metode yang digunakan yaitu melakukan pengujian laboratorium dengan mesin uji tekan beton untuk mengetahui karakteristik kekuatan setiap persentasi campuran beton. Material yang digunakan meliputi semen, agregat kasar, agregat halus, dari PT. HPP HARMONIS Telaga Biru dan tras yang digunakan merupakan tras Lompoto'o, Suwawa Tengah. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Gorontalo. Hasil penelitian menunjukan bahwa beton 0% tras 25,93 MPa, 5% tras 27,51 MPa, 10% tras 24,37 MPa, 15% tras 22,55 MPa dan 20% tras 21,48 MPa. Kesimpulannya penambahan Tras akan meningkatkan kekuatan beton pada persentasi tertentu dan Pengaruh penggunaan Tras pada beton sebagai bahan

tambah menyebabkan peningkatan berat volume beton. Selain itu hasil validitas pengembangan panduan yang dibuat menunjukan nilai 83,4% yang masuk pada kategori baik sehingga dapat dikatakan efektif mampu menunjang kegiatan praktikum beton maupun dengan beton yang mempunyai bahan tambah Tras.

Corresponding Author:

Rahmat Saliko
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
salikorahmat02001@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material utama dalam konstruksi karena komposisi penyusunnya mampu menghasilkan kekuatan dan ketahanan yang tinggi. Beton tersusun atas agregat kasar dan agregat halus yang dipadukan dengan semen sebagai bahan pengikat serta air yang berperan dalam proses hidrasi dan pengerasan (Rahmanto, 2023). Kualitas beton sangat dipengaruhi oleh proporsi campuran, mutu bahan penyusun, metode pencampuran, serta proses perawatan selama pengerasan. Oleh karena itu, setiap tahapan dalam pembuatan beton memegang peranan penting untuk menghasilkan beton yang kuat dan tahan lama.

Tras alam pada dasarnya terbentuk dari abu vulkanik dan mengandung mineral seperti feldspar dan silika yang berasal dari batuan breksi andesit, granit, dan riolit yang telah mengalami proses pelapukan. Proses pelapukan tersebut terus berlanjut hingga menghasilkan mineral lempung kaolin dan senyawa silika amorf (Sugiartha, 2014). Tras dikenal sebagai material pozzolan karena pertama kali dimanfaatkan oleh bangsa Romawi kuno, yang menggunakannya sebagai bahan bangunan pada masanya (Santoso et al., 2024; Alif & Bakri, 2023). Kandungan tras berupa silika sebesar 40–50%, serta besi dan aluminium, pada dasarnya tidak memiliki sifat penyemenan. Namun, dalam bentuk serbuk halus dan apabila dicampurkan dengan air, tras dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu ruang sehingga membentuk senyawa yang memiliki sifat menyerupai semen (Augusta et al., 2024).

Seiring dengan berkembangnya penelitian mengenai penggunaan material tambahan dalam campuran beton, pozzolan menjadi salah satu alternatif yang banyak dikaji. Dalam penelitian ini, material pozzolan yang digunakan adalah tras sebagai bahan tambah beton. Meskipun dalam kondisi murni tras tidak memiliki sifat yang sama seperti semen, tras dapat bereaksi membentuk material padat apabila dicampurkan dengan kapur atau air pada komposisi tertentu. Reaksi ini terjadi akibat kandungan senyawa aktif yang terdapat dalam tras sehingga menghasilkan sifat mekanik yang menyerupai semen.

Tras yang sesuai untuk produksi semen umumnya memiliki kandungan silikat dalam fase kaca, sedangkan semen Portland didominasi oleh silikat kalsium dalam bentuk kristalin. Kandungan silikat fase kaca yang tinggi dan bersifat metastabil merupakan sumber energi aktivasi yang penting selama proses hidrasi. Namun demikian, tras sebagai pozzolan alami umumnya juga mengandung mineral kristalin yang bersifat tidak aktif, sehingga memengaruhi tingkat reaktivitasnya dalam campuran beton (Indrawati & Manaf, 2008).

Di Sulawesi Utara, tras banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan batako karena ketersediaannya yang melimpah dan nilai ekonomisnya (Pinontoan, 2018). Kandungan mineral dalam tras mampu meningkatkan kekuatan beton, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan pengganti sebagian pasir dalam campuran beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton normal memiliki kuat tekan sebesar 25,55 MPa, sedangkan beton dengan penambahan tras 5% mencapai kuat tekan 26,93 MPa. Selain itu, kuat tarik langsung beton normal sebesar 2,36 MPa meningkat menjadi 2,87 MPa pada beton dengan penambahan tras 10%. Temuan ini membuktikan bahwa penggunaan tras dapat meningkatkan mutu dan kekuatan beton secara keseluruhan (Kaat et al., 2019).

Selain tras, beberapa material pozzolan lain juga telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambah maupun bahan substitusi dalam campuran beton, antara lain bottom ash dan fly ash. Penggunaan bottom ash bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik beton sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap material konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton tanpa penambahan bottom ash (0%) memiliki kuat tekan sebesar 25,79 MPa pada umur 28 hari. Penambahan bottom ash sebesar 3% mampu meningkatkan kuat tekan beton menjadi 28,85 MPa, sedangkan pada penambahan 7% terjadi penurunan kekuatan beton. Hasil optimum diperoleh pada campuran dengan penambahan 9% bottom ash yang menghasilkan kuat tekan sebesar 29,21 MPa, sehingga komposisi tersebut dinilai paling sesuai untuk beton mutu K-250 (Dewi & Prasetyo, 2021).

Temuan-temuan terkait pemanfaatan material pozzolan dalam campuran beton tersebut menunjukkan pentingnya penguasaan konsep material, prosedur pencampuran, serta metode pengujian beton secara tepat dan terstandar. Dalam konteks pendidikan, khususnya pembelajaran yang berbasis praktik, diperlukan media pembelajaran yang mampu mendukung penyampaian materi dan pelaksanaan kegiatan praktikum secara sistematis. Media pembelajaran merupakan sarana yang digunakan untuk menyampaikan pesan pembelajaran dari pendidik kepada peserta didik, sehingga dapat meningkatkan perhatian dan motivasi belajar serta membuat proses pembelajaran menjadi lebih efektif (Panennungi & Sampebua, 2023).

Bahan ajar didefinisikan sebagai seperangkat materi yang disusun secara sistematis, baik tertulis maupun tidak tertulis, guna menciptakan suasana belajar yang kondusif (Nuryasana & Desiningrum, 2020). Salah satu bentuk bahan ajar yang memiliki peran penting dalam pembelajaran berbasis praktik adalah panduan praktikum, yang berfungsi sebagai pedoman dalam pelaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium. Pengembangan panduan praktikum bertujuan untuk menghasilkan produk bahan ajar yang dapat menunjang kegiatan belajar mengajar secara lebih efektif, khususnya dalam mendukung keterlaksanaan praktikum yang sesuai dengan prosedur dan standar yang berlaku (Nurfathurrahmah et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang dan hasil penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik beton dengan penambahan tras Lompoto'o sebagai bahan tambah dengan variasi 5%, 10%, 15%, dan 20%, mengevaluasi persentase optimum penggunaan tras Lompoto'o dalam campuran beton, serta mengembangkan panduan praktikum beton berbasis penggunaan bahan tras. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan material pozzolan sebagai bahan tambah maupun bahan substitusi beton dengan memanfaatkan sumber daya lokal, serta menjadi referensi bagi pelaksana konstruksi dalam pemanfaatan material pozzolan secara lebih optimal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Proses Pembuatan Beton Dengan Bahan Tambah Tras

Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran beton dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Beton rencana yang ingin di capai yaitu 25MPa. Untuk mengetahui pengaruh penambahan Tras pada beton, dilakukan variasi komposisi campuran dengan persentase penambahan Tras sebanyak 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap berat semen.

Berikut Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat halus berupa pasir, agregat kasar berupa batu pecah berukuran 1–2 cm, semen sebagai bahan pengikat, air sebagai media pencampuran, kemudian Tras yang berperan sebagai bahan tambah. Tras yang digunakan merupakan Tras yang berlokasi Di Lompoto'o Provinsi Gorontalo, Kabupaten Bone Bolango, Kecamatan Suwawa Tengah. Proses persiapan Tras dilakukan dengan cara mengeringkan material dalam suhu ruangan (jika material dalam keadaan basah), kemudian menghaluskan material Tras dengan mesin penghalus khusus, setelah itu melakukan gradasi dan yang diambil hanyalah yang lolos saringan #200 atau berukuran sekitar 0,07mm seperti yang ada pada gambar 1.



Gambar 1. Tras Lolos Saringan #200

Proses pembuatan benda uji menggunakan cetakan silinder berukuran 15 cm × 30 cm. Proses pencampuran beton dilakukan secara manual dengan tahapan sebagai berikut: pertama, semen, Tras dan agregat halus di campur hingga homogen atau tercampur rata. Setelah itu, agregat kasar berupa batu pecah dimasukkan bersama air dan Kembali diaduk hingga campuran terlihat merata, kemudian diikuti dengan pengujian nilai slump untuk mengetahui tingkat ketercairan adukan beton sebelum dicetak ke dalam cetakan silinder.

2.2 Proses Pembuatan Pengembangan Panduan

Pengembangan panduan praktikum yang dilakukan pada tahap ini mengikuti proses yang lebih sistematis, terstruktur, dan berorientasi pada peningkatan kualitas dibandingkan dengan versi sebelumnya. Proses pengembangan tidak hanya berfokus pada penyusunan materi, tetapi juga pada kesesuaian kebutuhan pengguna, standar teknis, serta aspek keselamatan kerja di laboratorium beton.

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan. Pada versi sebelumnya, penyusunan panduan praktikum cenderung langsung masuk ke materi praktikum tanpa didahului analisis mendalam mengenai kebutuhan pengguna, baik mahasiswa, dosen, maupun laboran. Hal ini menyebabkan beberapa bagian panduan kurang jelas, tidak lengkap, atau tidak sepenuhnya sesuai dengan kondisi dan standar laboratorium. Dalam versi pengembangan, dilakukan peninjauan ulang terhadap seluruh kebutuhan praktikum beton. Proses ini meliputi identifikasi bagian-bagian panduan yang membingungkan, kurang rinci, atau tidak sesuai dengan standar laboratorium, serta pengumpulan masukan dari dosen pengampu, laboran, dan mahasiswa. Dengan demikian, panduan yang dikembangkan benar-benar disesuaikan dengan kebutuhan aktual pengguna dan kondisi riil pelaksanaan praktikum.

Tahap berikutnya adalah penyelarasan dengan standar dan referensi terbaru. Pada versi sebelumnya, panduan masih menggunakan referensi dasar tanpa memperhatikan pembaruan regulasi atau standar teknis terkini. Dalam versi pengembangan, panduan disusun dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) terbaru serta pedoman Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) umum dan khusus laboratorium. Penyelarasan ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi, kredibilitas, dan relevansi panduan dengan perkembangan teknologi serta penggunaan material beton yang terus berkembang.

Selanjutnya dilakukan penyusunan struktur panduan yang lebih sistematis. Pada versi sebelumnya, urutan pembahasan kurang jelas, beberapa bagian tidak tersusun secara konsisten, serta belum dilengkapi dengan elemen pendukung seperti daftar isi, daftar tabel, daftar grafik, daftar pustaka, dan penomoran halaman. Dalam versi pengembangan, panduan disusun kembali mengikuti sistematika penulisan panduan laboratorium yang baku. Struktur baru ini dirancang agar pembaca dapat memahami alur praktikum secara runtut, mulai dari konsep dasar, prosedur pelaksanaan, hingga analisis hasil praktikum.

Tahap terakhir adalah penguatan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Pada versi sebelumnya, aspek K3 hanya dicantumkan secara singkat dan belum memberikan panduan keselamatan yang memadai. Dalam versi pengembangan, aspek K3 diperkuat dengan penambahan prosedur keselamatan yang lebih rinci dan spesifik untuk laboratorium beton. Hal ini mencakup penjelasan mengenai penanganan semen dan material lain yang berpotensi berbahaya jika terkena bagian tubuh tertentu, kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), prosedur pengoperasian dan penanganan alat berat seperti mesin *compressive strength tester*, serta langkah-langkah evakuasi dalam kondisi darurat. Penguatan aspek K3 ini bertujuan untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja dan menciptakan lingkungan praktikum yang aman bagi seluruh pengguna laboratorium.

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian ini melalui beberapa tahap yaitu persiapan pemilihan material dan alat, persiapan pembuatan benda uji dan kemudian melakukan proses pengujian kuat tekan beton. Persiapan pemilihan yaitu melakukan perilaku khusus pada material yang telah di pilih seperti agregat kasar, agregat halus, semen, Tras dan air sebagai bahan pencampur. Setelah melakukan pengujian material, kemudian masuk pada proses pencetakan beton sesuai dengan aturan yang telah di tentukan. Setelah beton dicetak pada silinder, biarkan menunggu 24 jam hingga beton mengeras sebelum dilakukannya perendaman benda uji.

Perawatan yang dipakai pada benda uji yaitu dengan metode perendaman beton selama 28 hari sesuai dengan rencana. Setelah mencapai perendaman selama 28 hari, beton kemudian didiamkan pada suhu ruangan kurang lebih selama 4 jam lamanya, dan kemudian melakukan uji kuat tekan beton dengan mengikuti aturan yang ditetapkan pada SNI 1974-2011 perihal cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. Jumlah sampel yang dibuat pada penelitian ini berjumlah 15 sampel yang masing-masing variasi terdapat 3 sampel.

2.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil kuat tekan beton setiap variasi. Nilai kuat tekan beton diperoleh setelah melakukan uji kuat tekan beton dengan mesin uji tekan. Kemudian menganalisis data untuk melihat pengaruh variasi persentasi Tras terhadap kuat tekan beton. Kemudian data yang diperoleh dibandingkan dengan standar yang sedang berlaku yaitu SNI untuk mengetahui apakah penambahan Tras pada beton masi memenuhi standar kekuatan beton normal. Adapun analisis data pada pengembangan panduan dengan menghitung hasil validitas yang diperoleh dari setiap validator.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan untuk mengetahui karakteristik agregat yang telah dipilih. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Uji Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Syarat (ASTM / SNI)	Hasil Pengujian Agregat Halus
1	Kadar Air	0,5-2,0 (%)	1,04%

2	Kadar Lumpur	Max 3%	0,19%
3	Berat Volume		
	a. Kondisi Padat	1,4 - 1,9 gr/cm ³	1,24 gr/cm ³
	b. Kondisi Gembur	1,4 - 1,9 gr/cm ³	1,42 gr/cm ³
4	Absorpsi	-	1,26
5	Berat Jenis		
	a. BJ Bulk	Min 2,5	2,55
	b. BJ Permukaan	Min 2,5	2,58
	c. BJ Semu	Min 2,5	2,64

Hasil yang didapatkan pada tabel 1 tentang karakteristik agregat kasar menunjukkan bahwa material layak digunakan. Hal ini ditunjukkan pada hasil pengujian yang telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

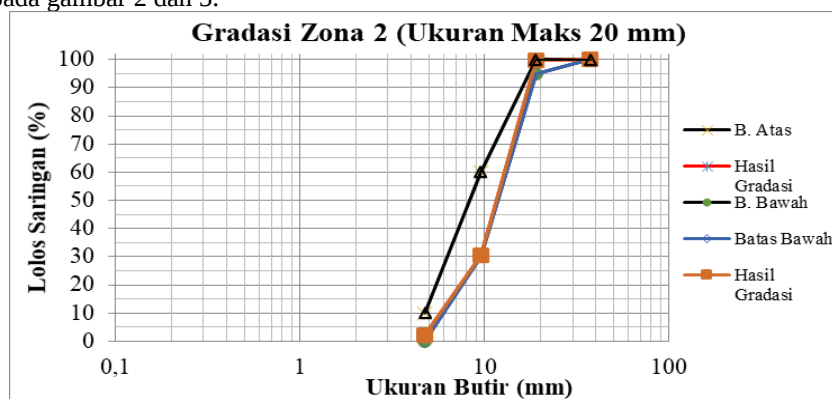
Tabel 2. Hasil Uji Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Syarat (ASTM / SNI)	Hasil Pengujian Agregat Halus
1	Kadar Air	0,5-2,0 (%)	2,72%
2	Kadar Lumpur	Max 3%	2,72%
3	Berat Volume		
	c. Kondisi Padat	1,4 - 1,9 gr/cm ³	1,51 gr/cm ³
	d. Kondisi Gembur	1,4 - 1,9 gr/cm ³	1,52 gr/cm ³
4	Absorpsi	-	0,77
5	Berat Jenis		
	d. BJ Bulk	Min 2,5	2,57
	e. BJ Permukaan	Min 2,5	2,59
	f. BJ Semu	Min 2,5	2,63

Hasil yang di dapatkan dari tabel 2 tentang karakteristi agregat halus menunjukkan bahwa material layak digunakan. Hal ini ditunjukkan pada hasil pengujian yang telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

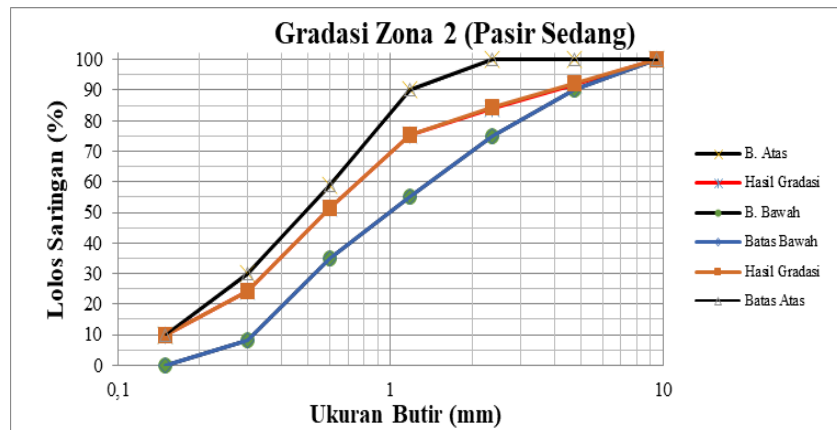
3.2 Hasil Analisis Saringan

Gradasi atau analisis saringan adalah untuk melihat sebaran ukuran agregat. Agregat yang baik yaitu memiliki ukuran yang beragam bukan seragam. Ukuran yang beragam akan memberi rongga yang akan diisi oleh semen, air dan pasir yang memastikan campuran beton saling terikat dan tercampur dengan baik, artinya tidak ada material yang terbuang karena tidak mempunyai ruang untuk mengikat. Hasil gradasi agregat kasar dan halus ada pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Hasil Gradasi Agregat Kasar

Hasil yang didapat menunjukkan agregat kasar masuk pada zona 2 yang berukuran maks. 20mm dan memenuhi persyaratan SNI 2834-2000.



Gambar 3. Hasil Gradasi Agregat Halus

Hasil yang didapat menunjukan agregat halus masuk pada zona 2 yang memenuhi persyaratan SNI 2834-2000.

3.3 Mix Design

Berikut merupakan mix design rencana mutu beton yang akan dibuat setelah melakukan pemilihan material yang digunakan dan juga sudah melakukan pengujian pada material.

Tabel 3. Mix Design

No.	Kuat Tekan Rencana (Mpa)	Variasi Persen Trass (%)	Trass (gr)	Semen (gr)	Air (L)	Agregat Halus (gr)	Agregat Kasar (gr)
1	25	0%	0	9780	4,73	12,360	26,400
2	25	V1 5%	489	9780	4,73	12,360	26,400
3	25	V2 10%	978	9780	4,73	12,360	26,400
4	25	V3 15%	1467	9780	4,73	12,360	26,400
5	25	V4 20%	1956	9780	4,73	12,360	26,400

3.4 Hasil Pengujian Slump Beton

Pengujian slump dilakukan untuk membuktikan campuran beton sesuai kebutuhan. Hasil pengujian berada dikisaran 8-12 sesuai dengan rencana, karna jumlah air dalam campuran disesuaikan untuk mencapai nilai yang diinginkan. Hasil pengujian *slump* ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Slump

No.	Komposisi Trass	Nilai <i>Slump Test</i> (cm)
		F'c 25 MPa
1.	0#tras	8,6
2.	5% Trass	8,1
3.	10% Trass	7,4
4.	15% Trass	7,0
5.	20% Trass	6,7

3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

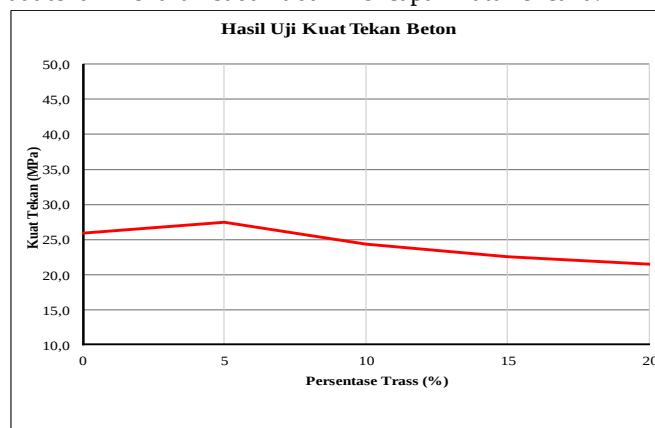
Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat usia rendaman sudah 28 hari sesuai rencana, Adapun perlakuan lain yaitu biarkan beton kurang lebih 4 jam pada suhu ruangan setelah di angkat dari rendaman guna untuk mengeringkan permukaan beton, kemudian lakukan uji tekan beton. Pengujian kuat tekan beton mngacu pada standar ASTM C39/C39M 17B (2012) yang sedang berlaku. Hasil kuat tekan beton ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Persentase	Hasil Uji Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)
0% Trass	25,36	25,93

	27,57	
	24,85	
5% Trass	27,54	
	28,07	27,51
	26,91	
10% Trass	24,30	
	24,73	24,37
	24,09	
15% Trass	22,02	
	22,95	22,55
	22,68	
20% Trass	23,33	
	20,77	21,48
	20,35	

Hasil kuat tekan menunjukkan beton normal dengan kuat tekan 25,93 MPa, beton dengan penambahan 5% Tras mengalami kenaikan nilai tekan yaitu 27,51 MPa, namun Ketika pada penambahan 10%, 15%, 20% Tras, kuat tekan menurun sudah tidak mencapai mutu rencana.



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Beton

Dari hasil tabel maupun grafik menunjukkan bahwa penambahan Tras yang baik untuk beton hanya ada pada persentase tertentu, contohnya pada 5% tras mendapatkan nilai tekan 27,51 MPa. Walaupun Tras akan bersifat seperti semen jika direaksikan kapur, semen dan air, tetapi jika sudah berlebihan hanya akan memberikan dampak buruk pada beton.

3.6 Hasil Perhitungan Haliditas Pengembangan Panduan

Berdasarkan hasil perhitungan validasi yang dilakukan terhadap seluruh butir penilaian, diperoleh nilai akhir yang menggambarkan sejauh mana pengembangan panduan ini memenuhi kriteria kelayakan dari sisi materi, penyajian, bahasa, dan aspek teknis lainnya. untuk menentukan kelayakan panduan. Persentasi di bagi beberapa kategori yakni sangat baik 85-100%, baik 70-84%, cukup 55-69%, tidak baik 40-54% dan sangat tidak baik <40%.

- Total skor yang diperoleh = jumlah seluruh skor dari setiap butir yang dinilai oleh validator.
- Skor maksimum = jumlah butir penilaian X lima (karena jumlah skor penilai adalah = 5).

$$\text{Validitas (\%)} = \frac{\text{Total Skor Yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan validitas kelayakan pengembangan panduan praktikum beton dengan bahan tambah tras ada pada tabel berikut:

Tabel 6. Hasil Validitas Panduan

No	Validator	Skor					Hasil Validitas
		1	2	3	4	5	
1	Pembimbing 1				6	15	89
2	Pembimbing 2				14	6	86
3	Penguji 1				14	6	86
4	Penguji 2			3	17		77
5	Penguji 3			3	13	4	81

Dari hasil perhitungan yang ada pada tabel tentang penilaian dari validator menunjukkan nilai rata-rata hasil validitas yang didapatkan nilai 83,4%, maka pengembangan panduan yang dibuat tergolong pada kategori (baik) yang berada pada nilai mulai dari 70-84%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh kuat tekan mengalami variasi melihat proporsi tras yang akan ditambahkan. Kuat tekan yang dialami oleh beton tanpa penambahan tras (25,93 Mpa), sedangkan pada beton variasi satu 5% tras mengalami peningkatan (27,51 Mpa), kemudian pada beton variasi dua 10% tras mengalami penurunan (24,37 Mpa), hal ini juga terjadi pada variasi tiga 15% tras (22,55 Mpa) dan variasi empat 20% tras (21,48 Mpa).

Variasi satu 5% tras terlihat mendapatkan kuat tekan lebih tinggi 27,51 MPa. hal ini disebabkan sifat yang dimiliki Tras Ketika dicampur dengan semen, ataupun kapur, Tras menunjukkan sifat seperti semen, yakni mengeras, membentuk massa yang padat, dan sulit larut dalam air. Reaksi kimia antara silika amorf (SiO_2) dan oksida alumina (Al_2O_3) dalam Tras bertanggung jawab atas karakteristik ini. Variasi dua 10% tras dengan kuat tekan 24,37MPa, variasi tiga 15% tras kuat tekan 22,55 MPa dan variasi empat 20% tras kuat tekan 21,48 MPa. Terlihat mengalami penurunan seiring meningkatnya persentase. Hal ini disebabkan jumlah tras yang tinggi mengganggu percepatan proses pengeringan semen, kandungan bahan pengikat pada semen sudah tidak mampu mengikat jumlah material sehingga tugas semen tidak maksimal. sehingga material Tras tidak tereaksi baik dengan semen menyebabkan Sebagian besar material hanya menjadi bahan pengisi dan tidak terikat yang menimbulkan nilai porositas tinggi dan beresiko beton mudah retak.

Adapun kesimpulan terhadap pembuatan pengembangan panduan sebagai penunjang praktikum beton dengan bagan tambah tras yakni, hasil dari penilaian pengembangan panduan menunjukkan nilai 83,4%. Yang artinya masuk pada kategori (baik) dari persentasi penilaian, sehingga dikatakan layak digunakan.

4.2 Saran/Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan untuk pengembangan yang lebih lanjut.

1. Pertama, penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan lagi agar dapat memanfaatkan Tras sebagai sumber daya local secara efisien dan ekonomis.
2. Kedua perlu dilakukan Disarankan melakukan pengujian lanjutan terhadap kandungan yang dimiliki material Tras Lompoto'o, melakukan pengujian lanjutan dari beton yang memiliki penambahan Tras seperti kuat Tarik, durabilitas dan pengujian ketahanan terhadap cuaca ekstrim.
3. Ketiga Disarankan agar melakukan pengujian lain seperti substitusi, Tras sebagai pengganti sebagian semen ataupun tras sebagai pengganti Sebagian pasir. Perlu diperhatikan pada proses pencampuran diusahakan merata sebab jika proses tersebut tidak benar, efeknya pada hasil kuat tekan yang selisihnya cukup berpengaruh.
4. Perlu diperhatikan pada proses pencampuran diusahakan merata sebab jika proses tersebut tidak benar, efeknya pada hasil kuat tekan yang selisihnya cukup berpengaruh.

Adapun saran yang perlu diberikan pada pembuatan pengembangan panduan praktikum beton dengan bahan tambah Tras;

1. Perlu pengembangan pada bentuk digital untuk lebih mudah dan praktis sehingga dapat menimbulkan rasa ingin belajar pada setiap mahasiswa.
2. Perlu menambahkan pemilihan variasi dan persentase Tras.
3. Perlu menambahkan peringatan tentang kesalahan umum yang sering terjadi saat praktikum berlangsung.
4. Perlu menambahkan peraturan yang mewajibkan setiap mahasiswa praktikum agar mempunyai pegangan panduan pada saat praktikum berlangsung agar proses praktikum berjalan dengan efektif.

REFERENSI

- Alif, M. N., & Bakri, H. (2023). Analisis Kandungan Endapan Trass Sebagai Bahan Baku Campuran Semen Tonasa.
- ASTM International. (2012). *Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens* (ASTM C39/C39M-17b).
- Augusta, R. A., Tohir, M., & Adi, A. S. (2024). Kinerja Beton Mengandung Fly Ash Sebagai Substitusi Parsial Semen. In *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)* (Vol. 7, pp. B6-1).
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal* (SNI 03-2834-2000).

- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder* (SNI 1974-2011).
- Dewi, S. U., & Prasetyo, F. (2021). Analisa Penambahan Bottom Ash Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering*, 2(02), 31-45.
- Indrawati, V., & Manaf, A. (2008). Mechanical strength of trass as supplementary cementing material. *Journal of Physical Science*, 19(2), 51-59.
- Kaat, B. C., Wallah, S. E., & Mondoringin, M. R. (2019). Kuat Tarik Belah Beton Dengan Menggunakan Tras Pada Berbagai Prosentase Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus. *Tekno*, 17(73).
- Nurfathurrahmah, N., Ariyansyah, A., & Suryani, E. (2024). Pengembangan E-Panduan Praktikum Teknik Pengelolaan Laboratorium Berbasis PjBL untuk Meningkatkan Pembelajaran Abad 21. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 4(1), 60-69.
- Nuryasana, E., & Desiningrum, N. (2020). Pengembangan bahan ajar strategi belajar mengajar untuk meningkatkan motivasi belajar mahasiswa. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(5), 967-974.
- Panennungi, T., & Sampebua, O. (2023, July). Desain Modul Pembelajaran Matakuliah Praktik Kerja Kayu Pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar. In *Seminar Nasional Dies Natalis 62* (Vol. 1, pp. 89-94).
- Pinontoan, K. F. (2018). *Pengaruh Pemanfaatan Tras Dan Kaolin Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Mortar* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).
- Rahmanto, F. A. (2023). *Pengaruh Penggunaan Cangkang Kelapa Sawit dan Silica Fume Sebagai Bahan Substitusi Pada Campuran Bata Ringan Cellular Light-weight Concrete (CLC)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Santoso, T. H., Salsabilla, N. S., & Wicaksono, T. (2024). Analisis Penggunaan Tras Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik*, 25(1), 1-12.
- Sugiartha, I. W. (2014). Karakteristik Mekanik Batu Alam Tiruan Berbahan Baku Tras: Mechanical Characteristic of Artificial Stone Made of Trass. *Spektrum Sipil*, 1(1), 45-54.