



PENGGUNAAN LIMBAH BATA RINGAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON K-250

Putri Indah Lutfiah Sari¹, Ardi Aziz Sila², Rezky Aprilyanto Wibowo³

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

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

[1putrinndah@gmail.com](mailto:putrinndah@gmail.com), [2ardi.azis.sila@gmail.com](mailto:ardi.azis.sila@gmail.com), [3rezkyaprilyantowibowo@gmail.com](mailto:rezkyaprilyantowibowo@gmail.com)

ABSTRAK

Limbah bata ringan merupakan limbah pecahan atau sisa-sisa potongan pada saat penggerjaan pemasangan bata ringan yang sering dibiarkan menumpuk sehingga menjadi sampah di lingkungan masyarakat, sulit didaur ulang, dan memiliki nilai jual yang sangat rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kuat tekan dan kuat tarik belah benda uji beton dengan komposisi campuran menggunakan limbah bata ringan pada mutu beton K-250 umur 3 hari, dan 14 hari sebagai bahan campuran beton agregat halus, sehingga menjadi produk yang lebih bernilai tambah bagi masyarakat. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI beton sesuai data-data studi Pustaka dan pengujian akan dilaksanakan di laboratorium UNIVERSITAS YAPIS PAPUA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan campuran limbah bata ringan pada umur beton 3 hari 0% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 12,79 Mpa, 5% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 6,66 Mpa, 7,5% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 8,02 Mpa, dan 10% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 11,44 Mpa. Penggunaan campuran limbah bata ringan pada umur beton 14 hari 0% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 14,02 Mpa, 5% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 8,69 Mpa, 7,5% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 12,66 Mpa, dan 10% mendapatkan hasil kuat tekan sebesar 19,92 Mpa. Dari hasil pengujian kuat tarik belah di dapatkan hasil pengujian kuat tarik belah beton menggunakan campuran limbah bata ringan dengan presentase kadar 0% (beton normal) umur 3 hari mendapat hasil sebesar 1.42 Mpa, 5% mendapat hasil sebesar 0.67 Mpa, 7.5% mendapat hasil sebesar 0.78 Mpa, dan 10% mendapat hasil sebesar 1.16 Mpa. Sedangkan untuk uji coba ke dua dengan umur beton yang berbeda yaitu 14 hari, untuk (beton normal) 0% memperoleh hasil uji kuat tarik belah sebesar 1.43 Mpa, 5% memperoleh nilai 1.16 Mpa, 7.5% mendapat hasil uji sebesar 1.32 Mpa, dan 10% mendapat hasil sebesar 1.61 Mpa.

Kata kunci : beton K-250;bata ringan;agregat alus.

ABSTRACT

Lightweight brick waste is waste from fragments or leftover pieces during the installation of lightweight bricks which are often left to pile up so that they become waste in the community environment, are difficult to recycle, and have a very low selling value. This study aims to assess the compressive strength and splitting tensile strength of concrete test objects with a mixture composition using lightweight brick waste on K-250 concrete quality aged 3 days, and 14 days as a mixture of fine aggregate concrete, so that it becomes a product that has more added value for the community. The research method used in this study is SNI concrete according to the data from the Library study and testing will be carried out in the YAPIS PAPUA UNIVERSITY laboratory. The results showed that the use of a mixture of lightweight brick waste at a concrete age of 3 days 0% obtained a compressive strength of 12.79 Mpa, 5% obtained a compressive strength of 6.66 Mpa, 7.5% obtained a compressive strength of 8.02 Mpa, and 10% obtained a compressive strength of 11.44 Mpa. The use of a mixture of lightweight brick waste at a concrete age of 14 days 0% obtained a compressive strength of 14.02 Mpa, 5% obtained a compressive strength of 8.69 Mpa, 7.5% obtained a compressive strength of 12.66 Mpa, and 10% obtained a compressive strength of 19.92 Mpa. From the results of the splitting tensile strength test, the results of the splitting tensile strength test of concrete using a mixture of lightweight brick waste with a percentage content of 0% (normal concrete) at an age of 3 days obtained a result of 1.42 Mpa, 5% obtained a result of 0.67 Mpa, 7.5% obtained a result of 0.78 Mpa, and 10% obtained a result of 1.16 Mpa. Meanwhile, for the second trial with a different concrete age of 14 days, for (normal concrete) 0% obtained a splitting tensile strength test result of 1.43 Mpa, 5% obtained a value of 1.16 Mpa, 7.5% obtained a test result of 1.32 Mpa, and 10% obtained a result of 1.61 Mpa.

Keywords: K-250 concrete; light brick; fine aggregate.



1. PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Limbah bata ringan merupakan limbah pecahan atau sisa-sisa potongan pada saat pengerjaan pemasangan bata ringan. Sejauh ini limbah bata ringan masih banyak memicu masalah dalam penanggulangannya yang selama ini dibiarkan menumpuk dan dijual dengan harga yang murah meskipun dengan penjualan skala besar. Beberapa kelemahan limbah bata ringan diantaranya limbah bata ringan dapat menambah sampah yang ada di lingkungan, limbah bata ringan bersifat sulit di daur ulang, dan limbah bata ringan mempunyai nilai jual yang sangat rendah. Salah satu jalan yang dapat ditempuh adalah memanfaatkannya menjadi produk yang bernilai tambah dengan teknologi aplikatif dan kerakyatan sehingga hasilnya mudah disosialisasikan kepada masyarakat. Penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan karena jika penelitian ini berhasil maka kita dapat mengurangi pencemaran yang disebabkan oleh limbah bata ringan dan dapat menambah mutu nilai jual dari limbah bata ringan tersebut..

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

proyek pembangunan. Beton dapat definisikan sebagai campuran bahan khususnya agregat halus, agregat kasar, semen, air dalam perbandingan tertentu. Karena sifatnya yang khas, maka diperlukan pengetahuan yang cukup luas, antara lain mengenai sifat bahan dasarnya, cara pembuatannya, cara evaluasinya, dan variasi bahan tambahannya. Tingkat mutu beton atau sifat-sifat lain yang hendak dicapai, dapat dihasilkan dengan perencanaan yang baik dalam pemilihan bahan-bahan pembentuk serta komposisinya. (Pujo Aji, Rachmat Purwono, 2010). Menurut (Sigit Agung Priyono 2021) Limbah bata ringan merupakan limbah pecahan atau sisa-sisa potongan pada saat pengerjaan pemasangan bata ringan yang sering dibiarkan menumpuk sehingga menjadi sampah di lingkungan masyarakat, sulit didaur ulang, dan memiliki nilai jual yang sangat rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kuat tekan benda uji beton dengan komposisi campuran menggunakan limbah bata ringan pada mutu beton K-250 umur 7 hari sebagai bahan campuran beton agregat halus, sehingga menjadi produk yang lebih bernilai tambah bagi masyarakat.

Bahan Penyusun Beton

Material penyusun beton terdiri atas agregat kasar, agregat halus, semen, air maupun bahan tambah lainnya. Berikut ini uraian masing-masing material

Air

Pembuatan beton memerlukan air untuk reaksi kimia semen yang memungkinkan untuk terjadinya pengikatan dan pengerasan. Air juga berfungsi untuk membasahi agregat dan memudahkan pengerjaan beton. Air yang digunakan harus memenuhi syarat agar diperoleh beton yang baik.

Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi pada campuran mortar atau beton. Sekitar 60 – 75% volume mortar atau beton diisi dengan agregat. Agregat mempunyai pengaruh yang besar terhadap sifat-sifat mortar atau beton, oleh karena itu pemilihan agregat merupakan bagian penting dalam produksi mortar atau beton. Dari segi ekonomis, lebih menguntungkan menggunakan campuran beton yang bahan pengisi sebanyak mungkin dan semen sesedikit mungkin. Namun manfaat ekonomi harus diimbangi dengan sifat beton segar dan keras. Pengaruh kekuatan agregat terhadap beton sangat penting karena kekuatan agregat pada umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan pasta semen. Namun kekasaran permukaan agregat mempengaruhi kekuatan beton. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butirnya. Agregat yang partikelnya besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang partikelnya kecil disebut agregat halus. Pada bidang teknologi beton, nilai batas agregat kasar dan halus masing-masing adalah 4,75 mm dan 4,80 mm. secara umum agregat kasar sering disebut dengan kerikil, kerikil batu pecah atau batu tulis. Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alam yang diperoleh langsung dari sungai, dari tanah galian maupun dari pecahan batu. Agregat yang butirnya lebih lecil dari 1,2 mm disebut lanau, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut lempung. Agregat umumnya dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Batu, umumnya besar butiran lebih dari 40 mm.

2. Kerikil, untuk butiran antara 5 sampai 40 mm.
3. Pasir, untuk butiran antara 0,15 sampai 5 mm.

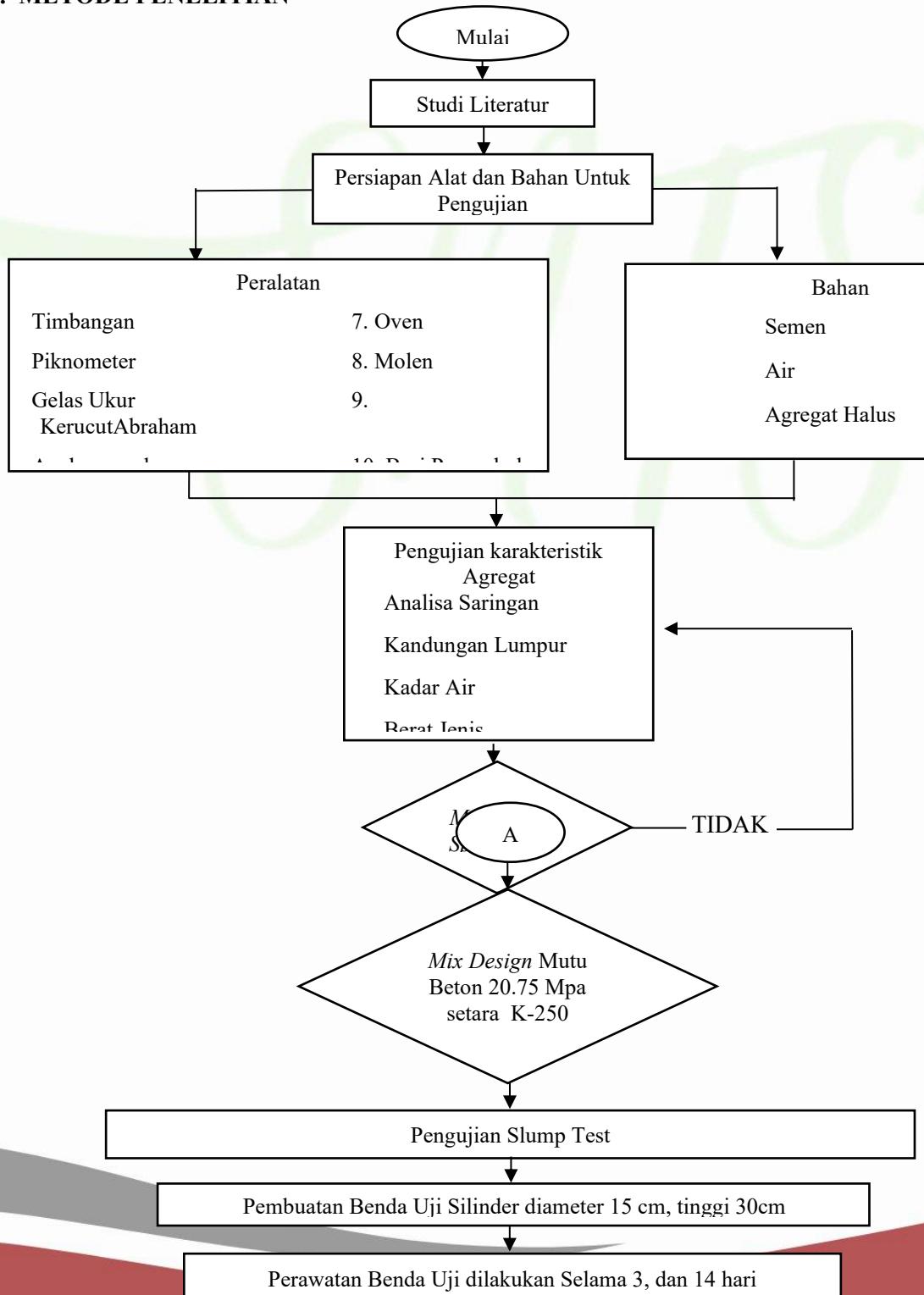
Semen Portland

Semen sering digunakan adalah semen portland karena bahan yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ATMC C-150, 1985, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang menghasilkan dengan menggiling klier yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Bata Ringan (Hebel)

Bata ringan merupakan bata berpori yang memiliki nilai berat jenis (*density*) lebih ringan daripada bata pada umumnya. Berat jenisnya antara 600-1600 kg/m³ dengan kekuatannya tergantung pada komposisi campuran (mix design) (Ngabdurrochman, 2009).

3. METODE PENELITIAN





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

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	3.04	Memenuhi
	2	Kadar Air	-	-	2.78	Memenuhi
	3	Berat Volume	-	-	1.67	Memenuhi
	4	Apparent Spec. Gravity	2,5	-	2.81	Memenuhi
	5	On Dry Basic Spec. Gravity	2,5	-	2.70	Memenuhi
	6	SSD Basic Spec. Gravity	2,5	-	2.74	Memenuhi
	7	(%) Water Absorption	1.2	3	1.52	Memenuhi
	8	Kadar Lumpur	-	5	2.04	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	6.0	-	7.29	Memenuhi
	2	Kadar Air	-	-	0.81	Memenuhi
	3	Berat Volume	-	-	1.39	Memenuhi
	4	Apparent Spec. Gravity	-	-	1.85	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	0.2	4	1.04	Memenuhi
	8	Kadar Lumpur	-	1	1.50	Tidak Memenuhi

(Sumber: Hasil pengujian laboratorium teknik sipil 2025)

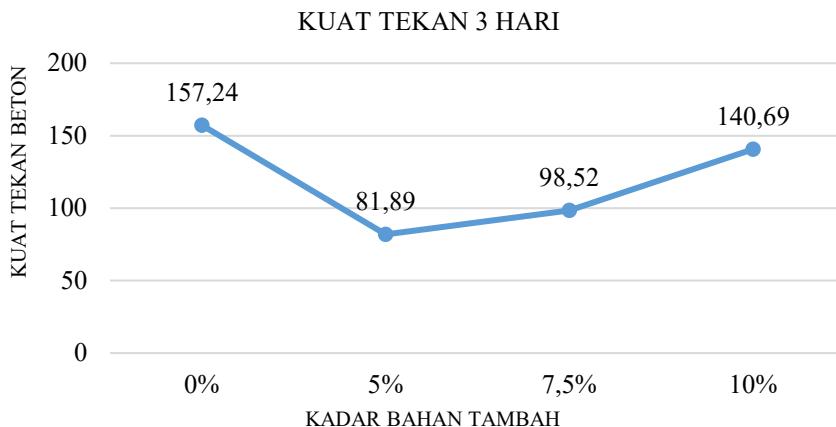
Pengujian kuat tekan beton

Pengujian ini diperoleh untuk mengetahui hasil dari kekuatan beton itu sendiri. Maka apabila diberi beban pada pengujian kuat tekan yang dilakukan dengan cara memberikan beban maksimum pada benda uji sampai benda uji tersebut tidak bisa menerima beban (hancur). Pengujian ini dengan kuat tekan rencana (f_c') sebesar 20.75 MPa, benda uji memiliki umur 3 hari, dan 14 hari, dan banyaknya benda uji yang akan diuji sebanyak 8 silinder yang terdiri 1 silinder per umur beton. Berikut adalah hasil kuat tekan beton sebanyak 8 silinder dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2 dan 3 berikut ini

Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

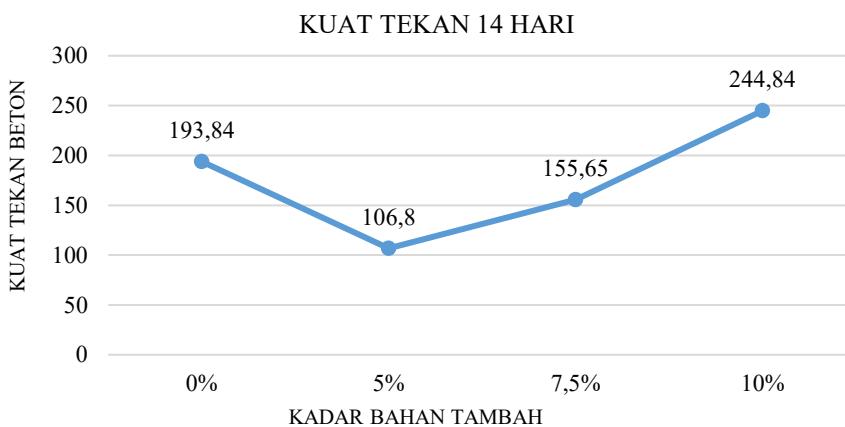
KUAT TEKAN		
Hari	Percentase Campuran Limbah Bata Ringan (%)	Mutu Beton (K)
3 Hari	0%	157.24
	5%	81.89
	7.5%	98.52
	10%	140.69
14 Hari	0%	193.84
	5%	106.8
	7.5%	155.65
	10%	244.84

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua, 2025)



Gambar 2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 3 hari

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua, 2025)



Gambar 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 hari

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua, 2025)

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diatas didapatkan grafik hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan campuran limbah bata ringan dengan presentase kadar 0% (beton normal) umur 3 hari mendapat hasil nilai mutu beton K-157, penggunaan campuran limbah bata ringan 5% mendapat hasil nilai mutu beton K-81.89, penggunaan campuran limbah bata ringan 7.5% mendapat hasil nilai mutu beton K-98.52, dan penggunaan campuran limbah bata ringan sebesar 10% mendapat hasil nilai mutu beton K-140.69. Sedangkan untuk uji coba ke dua dengan umur beton yang berbeda yaitu 14 hari, untuk (beton normal) 0% memperoleh hasil nilai mutu beton K-193.84, penggunaan campuran limbah bata ringan 5% mendapat hasil nilai mutu beton K-106.8, penggunaan campuran limbah bata ringan 7.5% mendapat hasil nilai mutu beton K-155.65, dan penggunaan campuran limbah bata ringan sebesar 10% mendapat hasil nilai mutu beton K-244.84.

Pengujian kuat tarik belah

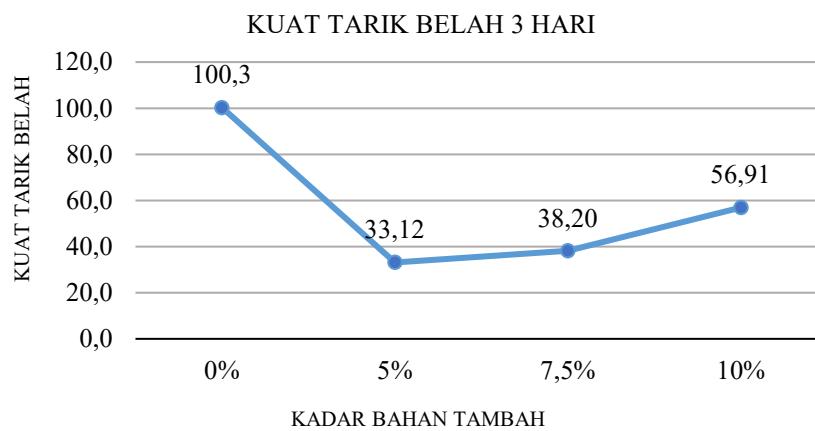
Pengujian kuat tarik belah beton ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan gaya tarik tidak langsung. Uji ini penting karena kuat tarik beton biasanya jauh lebih rendah dibandingkan kuat tekannya, namun sangat berpengaruh terhadap ketahanan retak beton. Benda uji memiliki umur 3 hari, dan 14 hari, dan banyaknya benda uji yang akan diuji sebanyak 8 silinder yang terdiri 1 silinder per umur beton. Berikut adalah hasil kuat tekan beton sebanyak 8 silinder dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4 dan 5 berikut ini.

Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

KUAT TARIK BELAH

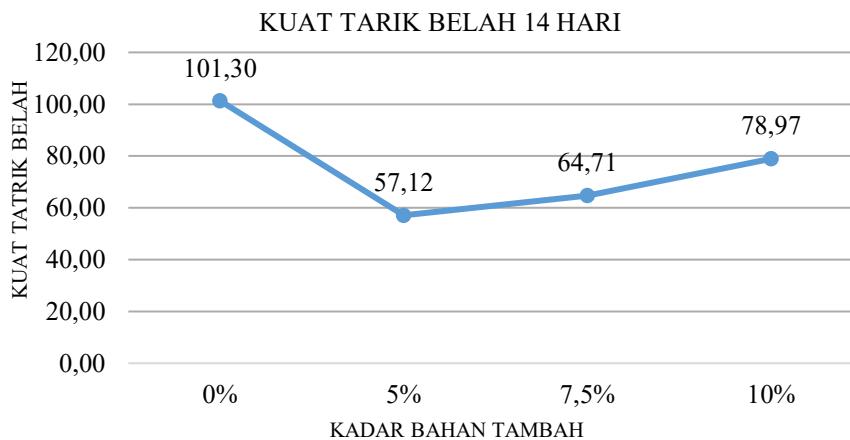
Hari	Percentase Campuran Limbah Bata Ringan (%)	Mutu Beton (K)
3 Hari	0%	100.3
	5%	33.12
	7.5%	38.20
	10%	56.91
14 Hari	0%	101.30
	5%	57.12
	7.5%	64.71
	10%	78.97

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua, 2025)



Gambar 4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 3 hari

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua, 2025)



Gambar 5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 14 hari

(Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Yapis Papua, 2025)

Dari hasil pengujian kuat tarik belah di atas di dapatkan grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton menggunakan campuran limbah bata ringan dengan presentase kadar 0% (beton normal) umur 3 hari mendapat hasil nilai mutu beton K-100.3, penggunaan campuran limbah bata ringan 5% mendapat hasil nilai mutu beton K-33.12, penggunaan campuran limbah bata ringan 7.5% mendapat hasil nilai mutu beton K-38.20, dan penggunaan campuran limbah bata ringan sebesar 10% mendapat hasil nilai mutu beton K-56.91. Sedangkan untuk uji coba ke dua dengan umur beton yang berbeda yaitu 14 hari, untuk (beton normal) 0% memperoleh hasil nilai mutu beton K-101.3, penggunaan campuran limbah bata ringan 5% mendapat hasil nilai mutu beton K-57.12, penggunaan campuran limbah bata ringan



7.5% mendapat hasil nilai mutu beton K-64.71, dan penggunaan campuran limbah bata ringan sebesar 10% mendapat hasil nilai mutu beton K-78.97.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Penggunaan Limbah Bata Ringan Sebagai Bahan Campuran Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton K-250 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton, diperoleh bahwa nilai kuat tekan maksimum yang dicapai adalah sebesar K-244.84. Nilai ini menunjukkan kapasitas maksimum beton dalam menahan beban tekan sebelum mengalami kerusakan.
2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi penambahan limbah bata ringan terhadap kuat tekan beton maka dapat persentase optimum pada variasi 10% di umur 14hari. Pada variasi ini, kuat tekan beton mencapai nilai maksimum dibandingkan variasi lainnya. Penambahan limbah bata ringan hingga 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton, namun penambahan kurang dari 10% (yaitu 5% dan 7.5%) justru menyebabkan penurunan pada kuat tekan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah bata ringan dalam proporsi yang lebih besar dapat meningkatkan mutu beton tersebut.
3. Hasil uji kuat tarik belah pada penelitian ini di dapatkan nilai kuat tarik belah dengan persentase kadar 0% (beton normal) umur 3 hari mendapat hasil nilai mutu beton K-100.3, penggunaan campuran limbah bata ringan 5% mendapat hasil nilai mutu beton K-33.12, penggunaan campuran limbah bata ringan 7.5% mendapat hasil nilai mutu beton K-38.20, dan penggunaan campuran limbah bata ringan sebesar 10% mendapat hasil nilai mutu beton K-56.91. Sedangkan untuk uji coba ke dua dengan umur beton yang berbeda yaitu 14 hari, untuk (beton normal) 0% memperoleh hasil nilai mutu beton K-101.3, penggunaan campuran limbah bata ringan 5% mendapat hasil nilai mutu beton K-57.12, penggunaan campuran limbah bata ringan 7.5% mendapat hasil nilai mutu beton K-64.71, dan penggunaan campuran limbah bata ringan sebesar 10% mendapat hasil nilai mutu beton K-78.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, S. 2020. Penggunaan bata ringan dan batu gamping terhadap kuat tekan beton dengan variasi umur pengujian. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
- Andana Putrai., Pujianto., Faizah. (2016). Pengaruh Penggunaan Serbuk Bata Ringan Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). Analisa Saringan (SNI 03-1968, 1990)
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI-1969-2009). BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI-03-1970-2008). 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 (2011). Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan. (SNI 03-1971-1991:2011)
- Badan Standarisasi Nasional (2011). Cara Uji Kadar Lumpur Agregat (SNI 03-1974-2011)
- Badan Standarisasi Nasional (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton (SNI 03-4141, 1996-2011)
- Badan Standarisasi Nasional (2002). Cara Uji Kuat Tekan Beton (SNI 03-2491-2002)
- Cunradiana, M., Ndale, F. X., & Suku, Y. L. (2020). Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Bata Hebel Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Lentur Balok Beton. Teknosiar, 14(2), 40–47.
<https://doi.org/10.37478/teknosiar.v14i2.1150>
- Cunradiana, M., Ndale, F. X., & Suku, Y. L. (2020). Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Bata Hebel Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Lentur Balok Beton. Teknosiar, 14(2), 40–47.
<https://doi.org/10.37478/teknosiar.v14i2.1150>



- Fajrin, N. 2021. Penggunaan Limbah Bata Ringan Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Silica Fume. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
- Kusumosusanto, J. W. (2023). Buku Saku Petunjuk Umum Konstruksi. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Lingkungan, D. T., Teknik, F., & Hasanuddin, U. (2019). Pengaruh penggunaan limbah batu bata terhadap kuat tekan beton ringan.
- Mara, J., & Buarlele, L. (2024). Penggunaan Limbah Bata Ringan Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Beton Normal. 6(1), 116–123.
- Pujantara. (2014). Pujantara, “Struktur Beton Bertulang Dalam Perspektif Fleksibilitas Bentuk Dan Arsitektur Plastis Pada Rancangan Dekontruksi”
J. Forum Bangunan., vol 12, no. 2, 2014
- Mungok, C. D., & Supriyadi, A. STUDI EKSPERIMENT KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN SEMEN PPC DENGAN TAMBAHAN ADDITON. JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang, 5(1).
- Mulyono, T. (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta : Andi.
- Neville, A.M., and Brook, J.J., (1993) “Concrete Technology”, Longman, London.
- PBI. (1971). Penjelasan dan Pembahasan mengenai Peraturan Beton indonesia 1971. Badan Standardiasi Indonesia.
- Pujantara. (2014). Pujantara, “Struktur Beton Bertulang Dalam Perspektif Fleksibilitas Bentuk Dan Arsitektur Plastis Pada Rancangan Dekontruksi”
J. Forum Bangunan., vol 12, no. 2, 2014
- SNI. (1990). SNI 03-1974-1990:. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Jakarta.
- SNI. (2000). SNI 03-2834-2000:. Tata Cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta
- SNI. (2008). SNI 2826-2008: Cara Uji Modulus Elastisitas Batu dengan Tekanan Sumbu Tunggal,, 1-12. Jakarta