

PENGARUH LIMBAH BATU ALAM SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR DAN LIMBAH BATU BATA MERAH SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS TERHADAP MUTU KUAT TEKAN BETON

Agus Juara (agusjuara182@gmail.com)¹
 Joko Adi Wicaksono (joko@fastikom-unsiq.ac.id)²✉
 Agum Gumelar (agumgum45@gmail.com)³
 Aris Romadhoni (aris.2023@mhs.unisda.ac.id)⁴

Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Sains Al-Qur'an^{1,2}✉
Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara³
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Darul 'Ulum⁴

ABSTRAK

Beton merupakan material utama dalam konstruksi karena memiliki kuat tekan tinggi dan mudah dibentuk. Pemanfaatan limbah konstruksi sebagai bahan campuran beton menjadi salah satu upaya mendukung pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan limbah bata merah sebagai pengganti sebagian agregat halus dan limbah batu alam andhesit sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton mutu K-225. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan variasi limbah bata merah sebesar 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11%, serta limbah batu andhesit tetap sebesar 15%. Pengujian dilakukan terhadap benda uji beton untuk memperoleh nilai kuat tekan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah bata merah berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Nilai kuat tekan maksimum sebesar 20,69 MPa diperoleh pada variasi 8% limbah bata merah dan 15% limbah batu andhesit, meningkat sebesar 10,77% dibandingkan beton normal. Peningkatan ini terjadi karena partikel limbah bata merah dapat mengisi rongga dalam campuran sehingga meningkatkan kepadatan beton. Namun, penambahan di atas 8% menyebabkan penurunan kuat tekan akibat meningkatnya porositas dan menurunnya kualitas ikatan antar material. Dengan demikian, variasi optimum diperoleh pada kadar 8% limbah bata merah.

Kata kunci: beton, kuat tekan, limbah batu andhesit, limbah bata merah, material berkelanjutan.

ABSTRACT

Concrete is a primary construction material widely used due to its high compressive strength and ease of application. The utilization of construction waste as a concrete mixture component is an effort to support sustainable development. This study aims to analyze the effect of using red brick waste as a partial replacement for fine aggregate and andesite stone waste as a partial replacement for coarse aggregate on the compressive strength of K-225 concrete. The research was conducted experimentally in the laboratory using variations of red brick waste at 7%, 8%, 9%, 10%, and 11%, while andesite stone waste was kept constant at 15%. Compressive strength tests were performed on concrete specimens to evaluate performance. The results show that the addition of red brick waste influences the compressive strength of concrete. The maximum compressive strength of 20.69 MPa was obtained at 8% red brick waste and 15% andesite stone waste, representing an increase of 10.77% compared to normal concrete. This improvement is attributed to the filler effect of red brick particles, which enhances the density of the concrete. However, the use of red brick waste beyond 8% leads to a decrease in compressive strength due

to increased porosity and reduced bonding quality between materials. Therefore, the optimum composition is achieved at 8% red brick waste.

Keywords: *andesite stone waste, compressive strength, concrete, red brick waste, sustainable materials*

PENDAHULUAN

Di Indonesia, konstruksi bangunan seperti gedung, jembatan, dan dermaga sebagian besar masih menggunakan beton sebagai bahan utama (WINATA, 2024). Beton merupakan campuran semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang berfungsi sebagai bahan pengikat. Material ini dapat digunakan untuk kebutuhan struktur maupun nonstruktur karena memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, serta relatif ekonomis dibandingkan bahan bangunan lainnya. Tingginya penggunaan beton dalam dunia konstruksi menyebabkan kebutuhan terhadap material penyusunnya terus meningkat dari waktu ke waktu (Irvan Tri Harnadi, 2022).

Peningkatan kebutuhan beton berdampak pada semakin besarnya eksploitasi sumber daya alam, khususnya batuan dan pasir sebagai bahan campuran utama. Penambangan material alam secara terus-menerus dapat mengurangi ketersediaan sumber daya tersebut di masa mendatang. Oleh karena itu, berbagai penelitian mulai diarahkan pada pemanfaatan material alternatif, termasuk material limbah konstruksi, sebagai pengganti sebagian bahan penyusun beton. Salah satu limbah yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan adalah limbah bata merah (Indrawinata, 2016).

Pemanfaatan limbah bata merah sebagai pengganti sebagian agregat halus menarik untuk diteliti karena ketersediaannya cukup banyak, mudah diperoleh, dan masih jarang dimanfaatkan secara optimal. Limbah bata merah dari sisa pembangunan dapat diolah dengan cara ditumbuk dan disaring hingga menyerupai ukuran pasir (A. Majid et al., 2023). Dengan pemanfaatan ini, limbah yang sebelumnya tidak terpakai dapat diubah menjadi material yang lebih berguna, sekaligus berpotensi menghasilkan beton dengan karakteristik baru. Selain itu, penggunaan limbah bata merah juga dapat menjadi salah satu solusi dalam mengurangi permasalahan limbah konstruksi.

Selain limbah bata merah, penelitian ini juga memanfaatkan limbah batu alam andesit sebagai pengganti sebagian agregat kasar (Yulian et al., 2023). Batu andesit dipilih karena mudah diperoleh dan memiliki potensi untuk meningkatkan mutu campuran beton. Berbagai bahan buangan di sekitar lingkungan memang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan atau bahan pengganti dalam campuran beton, asalkan telah melalui proses penelitian dan pengujian yang memadai (Budiman & WTP, 2022). Dalam penelitian ini, beton diuji melalui komposisi beton normal dengan variasi penggunaan limbah bata merah dan limbah batu alam andesit, kemudian dianalisis melalui pengujian kuat tekan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan limbah bata merah sebagai pengganti sebagian agregat halus dan limbah batu alam andesit sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap karakteristik beton. Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh alternatif material campuran beton yang tidak hanya mampu mengurangi penggunaan bahan alam, tetapi juga memberikan mutu beton yang baik, lebih ekonomis, dan ramah lingkungan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi bagi pengembangan teknologi bahan bangunan berkelanjutan di Indonesia.

KAJIAN PUSTAKA

Beton merupakan material konstruksi yang tersusun atas campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan pada kondisi tertentu ditambahkan bahan lain untuk meningkatkan sifat-sifat tertentu (Nurjanah, 2020). Beton banyak digunakan pada pekerjaan struktur karena memiliki keunggulan berupa kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, serta memiliki nilai ekonomis yang cukup baik. Mutu beton sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan penyusun, proporsi campuran,

proses pencampuran, pemadatan, perawatan, dan umur beton. Salah satu parameter utama untuk menilai kualitas beton adalah kuat tekan, karena parameter ini menunjukkan kemampuan beton dalam menahan beban tekan sesuai dengan fungsi strukturalnya (Sebastian Sudarman, 2022).

Agregat halus dan agregat kasar merupakan komponen terbesar dalam campuran beton, sehingga karakteristik keduanya sangat menentukan mutu beton yang dihasilkan. Agregat halus berfungsi mengisi rongga-rongga di antara agregat kasar agar campuran menjadi lebih padat, sedangkan agregat kasar berperan sebagai kerangka utama yang memberikan kekuatan pada beton. Penggunaan agregat alam secara terus-menerus menyebabkan meningkatnya eksploitasi sumber daya alam, sehingga diperlukan alternatif material lain yang dapat digunakan sebagai pengganti sebagian agregat. Salah satu alternatif yang banyak diteliti adalah pemanfaatan limbah material bangunan, karena selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan, juga berpotensi memberikan nilai tambah pada campuran beton (Da Cruz, J., & Supriatna, Y et al., 2020).

Limbah batu bata merah memiliki kandungan mineral dan tekstur yang memungkinkan untuk digunakan sebagai pengganti sebagian agregat halus setelah dihancurkan dan disaring hingga menyerupai pasir (Fitriani et al., 2021). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan limbah bata merah pada kadar tertentu dapat meningkatkan kepadatan campuran dan memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton, meskipun pada kadar yang terlalu tinggi justru dapat menurunkan mutu beton (Mildawati, 2023). Hal ini disebabkan sifat bata merah yang relatif rapuh dan memiliki daya serap air cukup tinggi. Di sisi lain, limbah batu alam, seperti batu andesit atau batu pecahan hasil sisa pekerjaan konstruksi, memiliki karakteristik keras dan kuat sehingga berpotensi digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Pemanfaatan limbah batu alam dapat menjadi solusi dalam mengurangi limbah padat sekaligus menekan penggunaan batu pecah alami.

Berdasarkan konsep tersebut, penggunaan limbah batu bata merah dan limbah batu alam dalam campuran beton perlu dikaji lebih mendalam untuk mengetahui pengaruhnya terhadap mutu kuat tekan beton (Rodji et al., 2022). Kombinasi kedua bahan limbah ini diharapkan mampu menghasilkan beton yang tetap memenuhi persyaratan teknis, sekaligus mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah konstruksi. Oleh karena itu, kajian mengenai penggantian sebagian agregat halus dengan limbah batu bata merah dan penggantian sebagian agregat kasar dengan limbah batu alam menjadi penting dilakukan untuk memperoleh komposisi campuran yang optimal serta mengetahui batas penggunaan yang masih memberikan mutu beton yang baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui pengaruh limbah bata merah sebagai pengganti sebagian agregat halus dan limbah batu alam andhesit sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap kuat tekan beton mutu K-225. Penelitian dilakukan di laboratorium melalui tahap pengujian material, perencanaan campuran, pembuatan benda uji, dan pengujian kuat tekan. Material yang digunakan meliputi semen Portland Tipe I, pasir Sungai Petir (Banjarnegara), batu pecah, limbah bata merah, limbah batu andhesit, dan air. Sebelum digunakan, agregat diuji meliputi kadar lumpur, kandungan organik, kadar air, berat jenis, dan gradasi, dan hasilnya memenuhi standar SNI.

Tahapan penelitian dimulai dari persiapan dan pengujian material, meliputi semen Portland Tipe I, agregat halus (pasir Sungai Petir), agregat kasar (batu pecah), limbah bata merah, limbah batu andhesit, dan air. Pengujian agregat dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur, kandungan organik, kadar air, berat jenis, serta gradasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh material memenuhi persyaratan SNI.

Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton (mix design) berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana 18,68 MPa, faktor air semen 0,56, dan slump 100 ± 20 mm.

Tahap berikutnya adalah pembuatan benda uji beton dengan variasi limbah bata merah sebesar 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11% sebagai pengganti agregat halus, serta limbah batu andesit sebesar 15% sebagai pengganti agregat kasar. Beton normal digunakan sebagai pembanding. Campuran diaduk hingga homogen, dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dipadatkan dan dilakukan perawatan (curing). Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin uji tekan pada umur tertentu untuk memperoleh nilai kuat tekan masing-masing variasi.

Tahap terakhir adalah analisis data, yaitu membandingkan hasil kuat tekan beton tiap variasi, menghitung persentase perubahan terhadap beton normal, serta menentukan variasi campuran optimum berdasarkan nilai kuat tekan maksimum.

Perencanaan campuran beton mengacu pada SNI 03-2834-2000 dengan kuat tekan rencana 18,68 MPa, faktor air semen 0,56, dan slump 100 ± 20 mm. Variasi campuran menggunakan limbah bata merah sebesar 7%, 8%, 9%, 10%, dan 11% sebagai pengganti agregat halus, serta limbah batu andesit sebesar 15% sebagai pengganti agregat kasar. Beton normal digunakan sebagai pembanding. Benda uji dibuat, dipadatkan, dan dirawat sebelum dilakukan pengujian kuat tekan menggunakan mesin uji tekan. Data dianalisis dengan membandingkan hasil kuat tekan setiap variasi untuk menentukan campuran optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

UJI AGREGAT

Tabel 1 Kandungan Lumpur

	Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Nilai	Tinggi pasir dalam gelas ukur	A	45,00	45,00	mm
	Tinggi lumpur dalam gelas ukur	B	1,20	1,10	mm
	Prosentase kandungan lumpur	$B / (A+B) * 100\%$	2,60	2,39	%
	Kandungan lumpur rata-rata	$(I + II) / 2$	2,50		%

kadar lumpur sebesar 2,5 % lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI S-04-1998-F (1998) yaitu senilai 5% dan masuk dalam persyaratan yang ditetapkan.

Tabel 2 Kandungan Organik

	Nomor contoh	I	II
Volume sampel (ml)		250	250
Volume sampel + larutan pengekstrak NaOH 3% (ml)		500	500
Warna larutan setelah 24 jam dibandingkan dengan pembanding warna (pitometer).		Jernih	Jernih

Keterangan : Berdasarkan SNI-03-2816-1992 tentang Uji Bahan Organik bahwa warna kuning muda atau kuning tua memiliki kandungan organik kecil, sehingga kondisi pasir sangat baik dan layak digunakan untuk campuran beton.



Gambar 1 Uji Kadar Organik Agregat Halus

UJI KADAR AIR

Tabel 3 Uji Kadar Air Agregat Halus

No. Contoh benda uji dan kedalaman Nomor talam yang akan digunakan	I	
	A	B
Berat cawan (W_1) (gram)	39,85	47,65
Berat cawan + contoh basah (W_2) (gram)	295,45	313,85
Berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$) (gram)	255,60	266,20
Berat cawan + contoh kering (gram)	289,85	306,35
Berat contoh kering ($W_5 = W_4 - W_1$) (gram)	250,00	258,70
Kadar air = $\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$	2,24	2,90
Kadar air rata-rata %	2,57	

Kadar air pasir Sungai Petir, Banjarnegara yang diperoleh sebesar 2,57%. Nilai ini masih lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI M-11-1989-F yaitu senilai 4%, Jadi nilai tersebut masuk dalam persyaratan yang ditetapkan.

Tabel 4 Uji Kadar Air Agregat Kasar

No. Contoh benda uji dan kedalaman Nomor talam yang akan digunakan	I	
	A	B
Berat cawan (W_1) (gram)	39,85	47,65
Berat cawan + contoh basah (W_2) (gram)	260,30	361,10
Berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$) (gram)	220,45	313,45
Berat cawan + contoh kering (W_4) (gram)	256,90	358,55
Berat contoh kering ($W_5 = W_4 - W_1$) (gram)	217,05	310,90
Kadar air = $\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$	1,57	0,82
Kadar air rata-rata (%)	1,19	

Nilai kadar air yang diperoleh sebesar 1,19%. Nilai ini masih lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI M-11-1989-F yaitu senilai 4%, Jadi nilai tersebut masuk dalam persyaratan yang ditetapkan.

UJI BERAT JENIS

Tabel 5 Uji Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian	A	B	Rata-rata	Satuan
Berat benda uji kering permukaan jenuh SSD	500	500	500	gram
Berat benda uji kering oven	484,8	489,6	487,02	gram
Berat piknometer diisi air (25°C)	1257,4	1257,4	1257,4	gram
Berat piknometer + benda uji (SSD) + Air (25°C) Bt	1574,4	1575	1574,7	gram
Perhitungan	A	B	rata-rata	
Berat jenis bulk = $\frac{Bk}{B+500-Bt}$	2,65	2,68	2,67	
Berat jenis jenuh kering permukaan = $\frac{500}{B+500-Bt}$	2,73	2,74	2,74	
Berat jenis semu (apparent) = $\frac{Bk}{B+Bk-Bt}$	2,89	2,85	2,87	
Penyerapan air (absorption) = $\frac{(500-Bk)}{Bk} \times 100\%$	3,14	2,12	2,63	

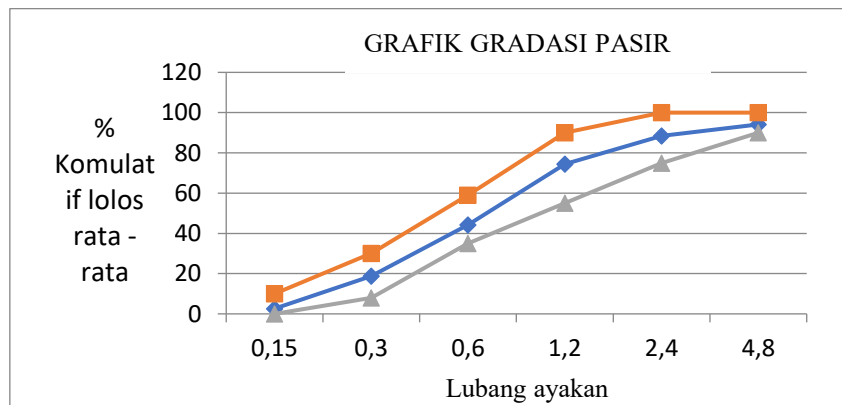
Nilai berat jenis yang diperoleh sebesar 2,74 Ton/m³, sehingga berat jenis pasir Sungai Petir, Banjarnegara memenuhi standar dari SNI 03-1970-1990

Tabel 6 Uji Berat Jenis Agregat Kasar

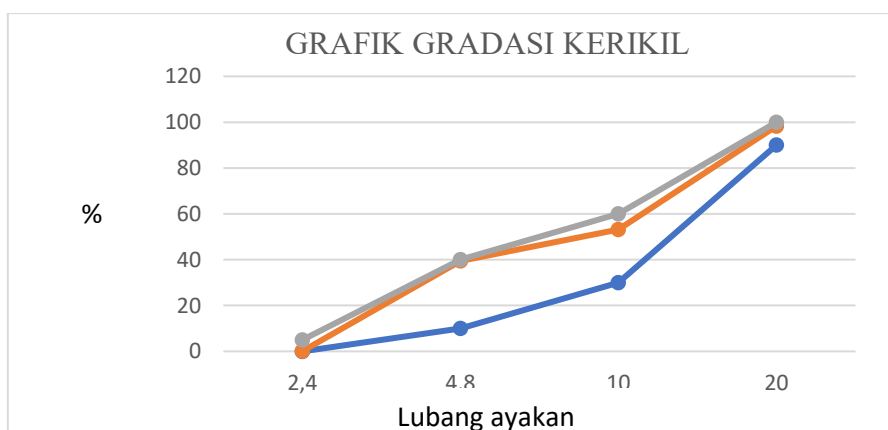
Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3955	3965	gram
Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara	B	4000	4009,3	gram
Berat benda uji dalam air	C	2495	2530	gram
Perhitungan		I	II	rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd) = $\frac{A}{B-C}$		2,63	2,68	2,65
Berat jenis curah jenuh kering permukaan (SSD) = $\frac{B}{B-C}$		2,66	2,71	2,68
Berat jenis semu (Sa) = $\frac{A}{A-C}$		2,71	2,76	2,74
Penyerapan air (Sw) = $\frac{B-A}{A} \times 100\%$		1,14	1,12	1,13

Jadi, nilai dari pengujian berat jenis yang dilakukan terhadap kerikil didapat sebesar 2,68 Ton/m³, dan masuk sesuai standar SNI 1969-2008.

UJI GRADASI



Gambar 2 Grafik Presentase Lolos Ayakan Gradasi Halus



Gambar 3 Grafik Presentase Lolos Ayakan Gradasi Kasar

PERENCANAAN MIX DESIGN MENURUT SNI 03-2834-2000

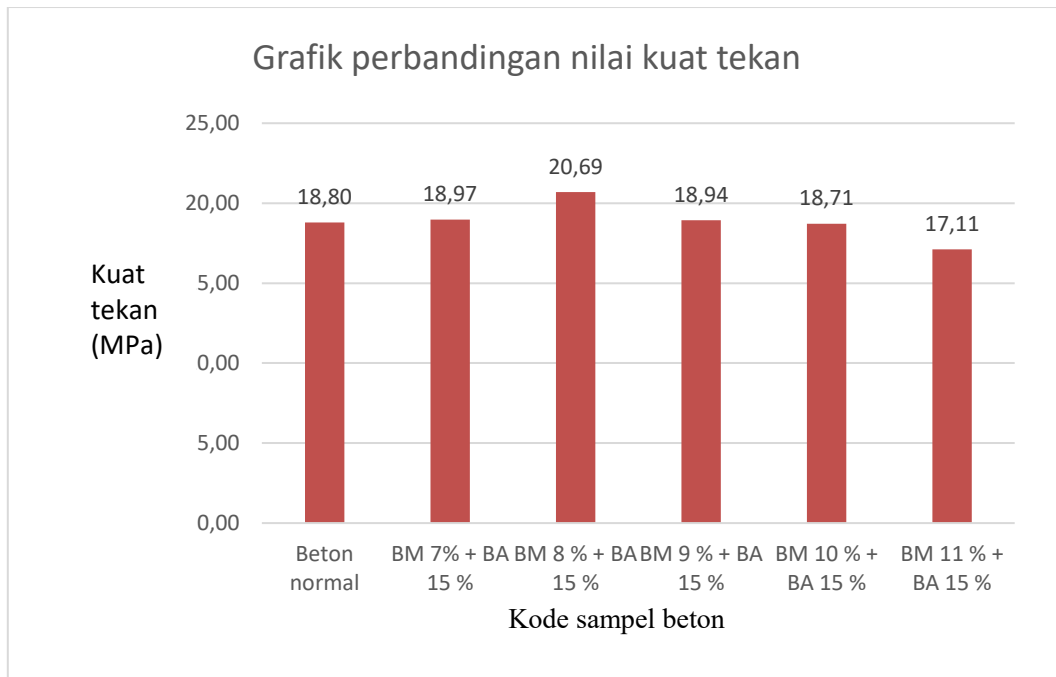
Tabel 7 Mix Design

No	Uraian	Jumlah
1.	Kuat tekan rencana benda uji ($f'c$) L 1	18,68 MPa
2.	Deviasi Standar (S) L 2	-
3.	Nilai Tambah (M) L 3	11,48 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan ($f'cr$) L 4	30,155 MPa
5.	Jenis Semen L 5	Semen tipe I
6.	Jenis Agregat Halus	Alami, Sungai Petir, Banjarnegara
	Jenis Agregat Kasar L 6	Batu pecah Ø 40 mm
7.	Faktor Air Semen (Lihat Grafik 4.11) L 7	0,56
8.	Faktor air semen maksimum (ditetapkan) L 8	0,56 (nilai terendah)
9.	Nilai Slump L 9	100 ± 20 mm
10.	Ukuran Maksimum Agregat Kasar L 10	40 mm
11.	Jumlah Kebutuhan Air (Tabel 4.13) L 11	185 liter
12.	Jumlah Semen L 12	330,4 Kg
13.	Jumlah Semen Minimum (Tabel 4.14)	280 Kg
14.	Jumlah Semen yang Dipakai	330,4 Kg (Yang Terbesar)
15.	Penyesuaian FAS	-
16.	Daerah Gradasi Agregat Halus	Masuk Zona II
17.	Persen Agregat Halus (Lihat Gambar 4.7 Grafik)	38 %
18.	Berat Jenis Pasir	2,74 Ton/m ³
	Berat Jenis Kerikil	2,68 Ton/m ³
	Berat Jenis Campuran	2,7 Ton/m ³
19.	Berat Isi Beton (Gambar 4.6 Grafik)	2435 Kg/m ³
20.	Kebutuhan pasir dan kerikil	1919,6 Kg/m ³
21.	Kebutuhan pasir	729,46 Kg/m ³
22.	Kebutuhan kerikil	1190,18 Kg/m ³
23.	Proporsi Campuran	-
24.	Koreksi Proporsi Campuran	-

Perencanaan campuran beton dilakukan untuk mencapai kuat tekan yang disyaratkan sebesar 18,68 MPa dengan deviasi standar 7 MPa, sehingga diperoleh kuat tekan rata-rata target sebesar 30,155 MPa. Beton direncanakan menggunakan semen Portland Tipe I merek Tiga Roda dan agregat kasar berupa batu pecah. Perencanaan campuran beton yang memperhatikan target kuat tekan dan rasio air–semen merupakan aspek penting dalam desain mix beton. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa parameter campuran, termasuk rasio air–semen dan komposisi material, sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik beton porous yang dihasilkan

Faktor air semen bebas ditetapkan sebesar 0,56 dengan nilai slump rencana berkisar antara 60–180 mm dan ukuran agregat maksimum 40 mm. Kadar air bebas yang digunakan sebesar 185 kg/m³, sedangkan jumlah semen ditetapkan sebesar 330.4 kg/m³. Berat jenis relatif agregat pada kondisi jenuh kering permukaan sebesar 2,74 dengan berat isi beton sebesar 2435 kg/m³.

Berdasarkan perhitungan, proporsi campuran beton porous per meter kubik terdiri dari semen 330.4 kg, air 185 kg, agregat halus 729,46 kg dan agregat kasar 1190,18 kg.

DATA NILAI KUAT TEKAN BETON VARIASI K-225

Gambar 4 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

PEMBAHASAN

Pengaruh penggunaan limbah bata merah sebagai pengganti sebagian agregat halus dan limbah batu alam andesit sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar terhadap karakteristik beton yang diinginkan. Dalam penggunaan agregat batu pecah dari lokal Wonosobo dan pasir dari Sungai Petir, Banjarnegara nilai beton normalnya mengalami peningkatan dari rencana 18,68 Mpa menjadi 18,80 Mpa. Beton variasi prosentase penggunaan limbah bata merah dari 7 % hingga 10 % sebagai pengganti sebagian agregat halus dan penggunaan limbah batu andesit sebesar 15 % sebagai pengganti sebagian agregat kasar secara umum memiliki pengaruh positif dengan meningkatnya nilai kuat tekan beton. Penggunaan 7 % bata merah dapat meningkatkan mutu beton 1,55 % dari mutu beton rencana 18,68 Mpa menjadi 18,97 Mpa, penggunaan 8 % bata merah dapat meningkatkan 10,77 % mutu beton menjadi 20,69 Mpa, untuk 9 % bata merah dapat menaikkan 1,39 % menjadi 18,94 Mpa, untuk 10 % bata merah dapat menaikkan 0,14 % menjadi 18,71 Mpa. Untuk penggunaan 11 % bata merah sebagai pengganti agregat halus dan 15 % batu andesit sebagai pengganti sebagian agregat kasar berpengaruh negatif dan mutu beton mengalami penurunan dibawah mutu beton rencana sebesar – 8,38 % atau 17,11 Mpa. Dari hasil analisa data penelitian menunjukkan bahwa untuk limbah bata merah dapat digunakan sebagai agregat halus dengan prosentase yang kecil.

Besarnya komposisi campuran maksimum dengan menggunakan limbah bata merah dan limbah batu alam andesit terhadap kuat tekan beton K-225. Untuk komposisi variasi campuran beton yang maksimum terdapat pada penggunaan limbah batu bata merah 8% sebagai pengganti agregat halus dan 15% limbah batu andesit sebagai pengganti sebagian agregat kasar mampu meningkatkan mutu beton yang maksimum sebesar 10,77 % dari mutu beton rencana 18,68 Mpa meningkat menjadi 20,68 Mpa. Dengan prosentase penambahan lebih besar dari 8 % bata merah mutu betonnya mengalami penurunan terus menerus, hal ini disebabkan bata merah apabila mengalami penekanan atau tumbukan saat pemadatan lebih mudah mengalami kehancuran menjadi debu, sehingga butirannya menjadi halus dan lebih cocok digunakan sebagai pengganti sebagian semen. Untuk limbah batu andesit secara umum sifatnya hampir sama dengan agregat kasar, akan tetapi bentuknya mayoritas pipih dan kurang keras, sehingga apabila digunakan sebagai campuran beton

akan mempengaruhi volume agregat halus semakin banyak dan apabila prosentase batu andhesit besar kemungkinan dapat menurunkan mutu beton.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian penggunaan limbah batu bata merah dan limbah batu andhesit sebagai bahan campuran beton dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil percobaan yang dilakukan dengan komposisi campuran 7%, 8%, 9% dan 10% limbah batu bata merah dari sebagai pengganti sebagian agregat halus dan 15% limbah batu andhesit sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada mutu beton K-225 secara umum memiliki pengaruh positif dapat meningkatkan mutu beton dari 18,68 menjadi 18,80 Mpa, 18,97 Mpa, 20,69 Mpa, 18,94 Mpa dan 18,71 Mpa, sedangkan penambahan limbah batu bata merah 11% ke atas memiliki pengaruh yang negatif dan menurunkan mutu beton dibawah mutu beton rencana dari 18,68 Mpa menjadi 17,11 Mpa.
2. Dari berbagai uji coba penggunaan variasi prosentase limbah batu bata merah dari 7% hingga 11% dan limbah batu andhesit sebesar 15%, hasil yang menunjukkan nilai kuat tekan maksimum sebesar 20,69 Mpa atau kenaikan yang signifikan sebesar 10,77% terdapat pada penggunaan 8% limbah batu bata merah dan 15% limbah batu andhesit

DAFTAR PUSTAKA

- A. Majid, B., Sumarna, D., & Konong, I. (2023). Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton K-300 Dengan Menggunakan Material Kali Oba Dan Substitusi Fly Ash (Abu Terbang Batu Bara). *Inter Tech*, 1(2), 27–29. <https://doi.org/10.54732/i.v1i2.1059>
- Budiman, & WTP, J. (2022). *Penggunaan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Material Pasir*. 3(2), 40–43.
- Da Cruz, J., & Supriatna, Y, Studi, P., Sipil, T., & Indonesia, U. K. (2020). Analisis Kuat Tekan Beton K175 Dengan Campuran Serbuk. *Civil Engineering Research Journal (Vol. 1)*, 1(April), 9–13.
- Fitriani, D., Kusdian, R. D., & Bakar, B. A. (2021). Kajian Kuat Tekan Beton Substitusi Agregat Halus Dari Limbah Pemotongan Batu Marmer Dan Agregat Kasar Dari Limbah Pemotongan Batu Kapur. *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)*, 1(1), 89. <https://doi.org/10.32897/simteks.v1i1.808>
- Indrawinata, E. (2016). Pemanfaatan Limbah Kaca (fritz) Sebagai Substitusi Sebagian Material Penyusun Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton. *Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda*, 14(1), 52–60. <http://ejurnal.polnes.ac.id/index.php/inersia/article/view/374%0Ahttps://ejurnal.polnes.ac.id/index.php/inersia/article/download/374/308>
- Irvan Tri Harnadi, S. D. H. (2022). PEMBUATAN BATU BATA MERAH TANPA BAKAR DENGAN Grafik konversi nilai kuat tekan kg / cm² ke MPa. *Sipilsains*, 12(September), 132–134.
- Mildawati, R. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Pada Paving Block. *Jurnal Saintis*, 23(02), 27–34. [https://doi.org/10.25299/saintis.2023.vol23\(02\).7966](https://doi.org/10.25299/saintis.2023.vol23(02).7966)
- Nurjanah. (2020). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERBUK BATA MERAH DAN LIMBAH TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Jurnal Qua Teknika*, 10(2), 275. <https://doi.org/10.35393/1730-006-002-014>
- Rodji, A. P., Martua Sihombing, S., & Tanjung, N. (2022). Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Limbah Botol Kaca Sebagai Pengganti Senagian Agregat Halus Dan Gula Merah Sebagai Bahan Tambah / Aditif Beton. *Jurnal Sipil Krisna*, 8(2), 37–44. <https://doi.org/10.61488/sipilkrisna.v8i2.162>
- Sebastian Sudarman, C. (2022). Effect of Partial Replacement of Sand with Granite Stone Waste and Hair on Compressive Strength and Flexural Strength of Concrete. *Formosa Journal of*

Multidisciplinary Research (FJMR), 1(3), 803–818.
<https://journal.formosapublisher.org/index.php/fjmr>

WINATA, A. H. A. (2024). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BOTOL KACA TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN UJI KUAT TEKAN BATU BATA MERAH. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 4(1), 72–77.

Yulian, H., Carlo, N., & Khaidir, I. (2023). Pengaruh Limbah Batu Bata Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(2), 322–334. <https://doi.org/10.28932/jts.v19i2.6176>