



## APLIKASI LIMBAH KERTAS UNTUK PEMBUATAN BATAKO

Ranno Marlany Rachman<sup>1\*</sup>, Catharina Lisdamayanti<sup>2</sup>, Wa Ode Siti Warsita Mahapati<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Universitas Halu Oleo  
Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu, Kec. Kambu, Kota Kendari, Sulawesi  
Tenggara 93232

Korespondensi: HP: 08114007575, e-mail: rannorachman@uho.ac.id

### Abstrak

*Aktivitas sehari-hari yang terjadi di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo tidak terlepas dari sampah kertas, khususnya sampah kertas HVS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi optimum batako dengan penambahan limbah kertas dan mengetahui kualitas produk batako dengan penambahan limbah kertas. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan perbandingan PC : PS = 1 : 6 yang kemudian diubah menjadi perbandingan volume. Variasi penambahan limbah kertas adalah 5%, 15%, dan 25% dari volume pasir yang dibutuhkan. Penelitian ini mengacu pada SNI 03-0349-1989. Hasil uji kuat tekan pada umur 28 hari, nilai uji kuat tekan tertinggi pada variasi 5% dengan kuat tekan sebesar 56,67 Kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi 25% dan kuat tekan sebesar 33,60 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan kuat tekan batako normal yang ada di pasaran lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan batako yang diberi tambahan kertas. Kuat tekan batako normal 1 = 41,31 Kg/cm<sup>2</sup>, batako normal 2 = 16,67 Kg/cm<sup>2</sup>, dan batako normal 3 = 2,85 Kg/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa variasi batako dengan penambahan limbah kertas 5%, 15% dan 25% lebih unggul dibandingkan batako normal yang ada di pasaran yang mampu memenuhi standar mutu SNI batako yaitu mutu kelas III dan IV.*

*Kata kunci:* Limbah kertas, Batako, Kuat Tekan

Doi: <https://doi.org/10.29103/jtku.v13i1.19560>

### 1. Pendahuluan

Limbah kertas merupakan permasalahan yang banyak terjadi di instansi pemerintah, swasta dan sekolah. Aktivitas sehari-hari yang terjadi di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo tidak terlepas dari sampah kertas. Limbah kertas yang dimaksud adalah jenis limbah kertas HVS yang berasal dari proses perkuliahan, seperti mahasiswa pada saat mengerjakan tugas atau laporan, terjadi kesalahan dalam pembuatan dokumen karena format penulisan yang salah, proses administrasi, ekstrakurikuler, atau permasalahan lain yang tanpa kita.

menyadarinya, membuat penumpukan sampah kertas. di kawasan Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo.

Mayoritas bahan kertas bekas dibuang ke tempat pembuangan sampah alih-alih didaur ulang. Persoalan ini menjadi faktor kumulatif yang berkontribusi terhadap banyak sampah di TPA. Metode yang efisien untuk membuang sampah kertas adalah melalui pembakaran (de Azevedo *et al.*, 2019).

Meskipun pendekatan ini memiliki kelemahan yaitu menghasilkan polusi udara sebagai produk sampingannya. Sampah kertas merupakan isu penting dalam kaitannya dengan degradasi lingkungan karena merupakan produk sampingan dari seluruh aktivitas manusia (Abdel-Shafy & Mansour, 2018). Oleh karena itu, daur ulang sampah kertas diperlukan untuk mengatasi meningkatnya volume sampah kertas. Daur ulang kertas berkontribusi terhadap perlindungan lingkungan dengan meminimalkan limbah, menghemat air dan energi, mengurangi emisi gas karbon, dan memanfaatkan kembali sumber daya yang ada (Rachman *et al.*, 2020).

Kertas bekas memiliki kegunaan yang terbatas dan hanya dapat dimanfaatkan untuk tujuan sederhana, seperti digunakan sebagai bahan baku karya seni. Mengingat semakin berkembangnya kegiatan pembangunan dan semakin populernya batako sebagai bahan konstruksi, maka perlu dicari bahan isi yang diperoleh berfungsi sebagai agregat produksi batako. Untuk memanfaatkan potensi limbah kertas secara maksimal, perlu dilakukan upaya-upaya pemanfaatannya, khususnya sebagai komponen tambahan dalam produksi batu batako (Murmu & Patel, 2018). Secara kebetulan, beberapa penyelidikan baru-baru ini telah mengkonfirmasi bahwa kertas bekas dapat memanfaatkan sebagai bagian konstruksi khususnya dalam pencetakan batako (Jamal *et al.*, 2024) Pemanfaatan kertas bekas sebagai bahan bangunan ada dua, pertama mengurangi jumlah limbah padat, dan kedua mengurangi tekanan permintaan bahan bangunan alami lainnya (Sofi *et al.*, 2019).

Upaya pengelolaan limbah kertas untuk produksi batako secara efektif akan sangat memudahkan perolehan bahan konstruksi rumah yang terjangkau. Selain hemat biaya, batako yang dibuat dari bahan limbah juga memiliki bobot yang lebih rendah dibandingkan batu bata tradisional yang tidak menggunakan sampah kertas. Kualitas batako terlihat dari keseimbangan isi bahan yang dimanfaatkan dalam

kombinasinya. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan komposisi campuran zat secara tepat agar mendapatkan hasil yang optimal (Terrones-Saeta *et al.*, 2020).

Sebagai upaya pemanfaatan limbah kertas yang belum dimanfaatkan secara optimal, khususnya di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, limbah kertas dapat dijadikan bahan tambahan dalam pembuatan batako. Komponen batako kertas terdiri dari pasir, semen, air, dan kertas bekas sebagai bahan tambahan. Penelitian ini dilakukan melalui serangkaian pengujian, yaitu pengujian kuat tekan dan pengamatan daya rekat batako pada umur 7 dan 28 hari, dengan tujuan untuk mengetahui mutu batako dan kemampuan limbah kertas dalam melekat pada bahan campuran lainnya. Dengan terbatasnya penelitian mengenai batako yang menggunakan limbah kertas, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam menyelidiki pengaruh penambahan limbah kertas terhadap kuat tekan dan daya rekat batako yang dihasilkan dengan harapan inovasi ini akan menghasilkan batako yang berkualitas, ramah lingkungan, dan bermanfaat bagi masyarakat

## **2. Bahan dan Metode**

Pada Penelitian ini menggunakan metodologi eksperimental, yang memerlukan pelaksanaan tugas eksperimental dan menghasilkan hasil yang menunjukkan hubungan sebab akibat antar variabel. Riset ini menggunakan standar SNI 03-0349-1989.

Berikut merupakan tahapan dan prosedur penelitian ini :

### **a. Tahap Persiapan**

#### **1. Persiapan Bahan**

Berikut adalah bahan-bahan dalam penelitian ini : (1) Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air dari pabrik pembuatan batako, (2) Semen Conch yang digunakan dalam penelitian ini adalah yang tersedia di pasaran dan diperiksa secara visual untuk memastikan bahwa semen tertutup rapat dan memiliki butiran halus saat dibuka, (3) Pasir Nambo adalah agregat yang digunakan sebagai agregat halus, dan (4) Limbah kertas yang digunakan diperoleh dari lingkup Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo.

2. Persiapan Alat

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : (1) Timbangan, (2) Gelas Ukur, (3) Blender, (4) Oven, (5) Cetakan Batako, (6) Nampan Aluminium, (7) Sekop, (8) Mesin Uji Kuat Tekan, (9) Timbangan Digital, dan (10) *Arco*.

**b. Tahap Pembuatan Bubur Kertas**

Menyiapkan limbah kertas jenis HVS dikumpulkan dari lingkup Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo. Kertas dicacah hingga menjadi potongan yang lebih kecil-kecil untuk memudahkan dalam penyerapan air. Potongan cacahan kertas dimasukkan ke wadah berisi air dan di rendam selama  $\pm 10$  jam. Kemudian dihaluskan dengan memakai blender sampai terasa halus. Hasil akhir kertas menjadi bubur limbah sampah kertas halus. Bubur kertas diperas untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalamnya. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu tepat  $115^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih 24 jam. Setelah bubur kertas telah kering maka dilakukan penghalusan kembali agar didapat butiran bubur kertas yang lebih halus menyerupai pasir.

**c. Tahap Perencanaan Campuran (*Mix Design*)**

Penelitian ini menggunakan perbandingan PC:PS sebesar 1:6 yang selanjutnya diubah menjadi perbandingan volume. Desain campuran ini sesuai dengan pedoman yang dituangkan dalam SNI 03-2834-2000 yang merinci langkah-langkah pembuatan desain campuran beton standar, metode ini dilakukan berdasarkan yang ada di lapangan menggunakan data berat jenis dan berat isi dari uji karakteristik material, kemudian dikonversi ke dalam perbandingan volume, tetapi dalam penelitian ini tidak dilakukan uji karakteristik material. Perancangan ini dilakukan untuk menentukan jumlah bahan pencampur yang diharapkan diperlukan untuk sejumlah subjek uji. Perbandingan perencanaan ini berdasarkan SNI 03-0349-1989 untuk mutu kelas II.

Berikut rancangan campuran untuk 6 batako dengan masing-masing 3 buah benda uji pada umur 7 hari dan 28 hari:

Tabel 1. Rancangan Campuran untuk 6 Batako

Variasi (%)	Pasir (kg)	Semen (kg)	Kertas (kg)	Air (ml)	Umur Benda Uji	
					7 Hari	28 Hari
5	49,578	9,51	1,14	8000	3 Buah	3 Buah
15	47,178	9,51	3,54	8000	3 Buah	3 Buah

---

25	44,778	9,51	5,94	8000	3 Buah	3 Buah
----	--------	------	------	------	--------	--------

---

**d. Tahap Pembuatan Benda Uji**

Adapun tahap pembuatan batako dilakukan sesuai prosedur pembuatan batako manual pada umumnya yang ada di pasaran:

1. Tebarkan pasir sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan pada tempat pengadukan
2. Tuang semen dan bubur kertas diatas pasir dan campur keduanya hingga terlihat warna keduanya tercampur rata.
3. Metode pencampuran bahan dilakukan bertahap berdasarkan variasi yang direncanakan
4. Bentuk adonan menjadi gundukan, lalu buat lubang cekungan di tengahnya
5. Tambahkan sedikit air secara perlahan ke dalam cekungan dan aduk hingga adonan membentuk pasta yang merata
6. Periksa adonan dengan mengambil segenggam penuh dan membentuknya menjadi bola kecil. Jika tidak retak dan tangan hanya sedikit basah, adonan siap dibentuk.
7. Setelah tercampur rata, maka adonan batako dituang kedalam cetakan berukuran Panjang 25 cm, dan tinggi 15 cm, dan tebal 10 cm. Proses penuangan dilakukan sedikit demi sedikit sambil dipadatkan dengan alat pemukul.
8. Setelah adonan penuh dan padat dalam cetakan, balik cetakan dengan cepat dan lepaskan cetakan batako secara perlahan. Batako akan terbentuk sesuai dengan cetakan tersebut.
9. Biarkan batako mengering selama beberapa hari.

**e. Perlakuan Terhadap Benda Uji**

Perlakuan benda uji ini dengan cara disimpan pada tempat yang bebas dari resapan air dan terlindung dari hujan atau sinar matahari langsung hingga hari pengujian (Torrent *et al.*, 2021). Kekuatan tekan pada umur 7 dan 28 hari.

**f. Tahap Pengamatan Fisik Benda Uji**

Pengamatan fisik ini meliputi pengamatan terhadap kondisi sudut-sudut batako, kondisi permukaan batako. Observasi ini dilakukan pada subjek uji umur 7 hari dan 28 hari (Bellei *et al.*, 2021). Tujuan pengamatan fisik benda uji ini adalah untuk mengetahui daya rekatan dari adanya limbah kertas terhadap bahan campuran lain pada batako.

**g. Tahap Pengujian Kuat Tekan Batako**

Pada hari ketujuh dan dua puluh delapan dilakukan uji kuat tekan. Hal ini berarti bertentangan dengan baku mutu umur beton 3, 7, 14 dan 28 hari yang

ditentukan dalam SNI 03-1974-1990. Pengujian kuat tekan bata standar dilakukan dengan tahapan sebagai berikut, sesuai SNI 03-0349-1989:

1. Masing-masing batako diukur panjang, lebar, tinggi, dan beratnya untuk dicari luas penampangnya.
2. Kemudian letakkan benda uji pada mesin secara simetris.
3. Mulai jalankan mesin uji kuat tekan.
4. Lalu berikan pembebanan sampai benda uji hancur
5. Mencatat maksimum beban yang terjadi selama proses pengujian benda uji.

### 3. Hasil dan Diskusi

#### a. Hasil Pengamatan Visual Batako Kertas

Berdasarkan hasil pengamatan visual batako pada usia 7 hari dengan setiap variasi penambahan limbah kertas dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 1. Batako dengan Variasi Limbah Kertas Umur 7 Hari

Sumber: Hasil Dokumentasi, 2024

Pengamatan visual pertama dilakukan dengan mengukur benda uji sehingga mendapatkan hasil panjang 25 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 15 cm dengan berat masing-masing berbeda untuk setiap variasi. Secara spesifik bobot variasi 5%, 15%, dan 25% diperoleh masing-masing sebesar 8,289 Kg, 7,954 Kg, dan 7,409 Kg. Secara visual tampak luar batako pada umur 7 hari tidak terdapat retakan pada bidang datar dan rusuk setiap batako, tetapi terdapat beberapa batako yang permukaan atasnya tidak merata sehingga hal ini akan bergantung pada uji kuat tekan yang akan dihasilkan tidak tinggi (Adams, 2015). Saat umur 7 hari batako dengan penambahan limbah kertas terlihat belum kering. Permukaan batako mengalami perubahan besar ketika kertas bekas ditambahkan, partikel pulp terlihat muncul di permukaan, perubahannya masing-masing sebesar 15% dan 25%. Batako menunjukkan adanya perubahan penambahan kertas hancur pada uji kuat tekan menunjukkan bahwa bubur kertas masih terlihat jelas (Jumiati, 2021). Hal ini dikarenakan faktor bubur kertas yang tidak halus secara merata. Berdasarkan hasil

pengamatan visual batako pada usia 28 hari dengan masing-masing variasi penambahan sampah kertas dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Batako dengan Variasi Limbah Kertas Umur 28 Hari

Sumber : Hasil Dokumentasi, 2024

Dari hasil analisa menunjukkan bahwa rata-rata berat batako mempunyai nilai yang semakin kecil seiring bertambahnya jumlah kertas, dengan nilai berturut-turut sebesar 5% = 8,255 Kg, 15% = 7,500 Kg, 25% = 7,315 Kg. Secara visual batako umur 28 hari tidak terdapat retakan pada bidang datar, tetapi terdapat beberapa batako yang mengalami sudut yang hancur. Visual tampak luar batako dengan penambahan limbah kertas terlihat saling menyatu dengan bahan lain, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan limbah kertas kedalam campuran bahan penyusun dapat menghasilkan daya rekatan yang baik. Berdasarkan gambar diatas batako limbah kertas yang telah dilakukan pengujian kuat tekan berumur 28 hari terlihat hanya mengalami retakan berbeda saat batako yang berumur 7 hari mengalami benda uji yang hancur. Hal ini karena pada umur 28 hari batako telah memiliki kekuatan 100%, sehingga benda uji lebih padat (Muñoz *et al.*, 2020; Rangan, 2018).

#### b. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako Normal yang ada di Pasaran

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako Normal

Nama CV	Kode Sampel	Dimensi			Luas penampang	Berat Batako (kg)	Beban Maksimum (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tekan rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Tingkat Mutu *
		P	L	T						
CV Manna	A1	39	9	19	351	11.705	17000	48.43	41.31	III
	A2	39	9	19	351	11.925	14500	41.31		
	A3	39	9	19	351	11.665	12000	34.19		

CV Arafah PAving	A4	40	10	19	400	11.915	6000	15.00		
	A5	40	10	19	400	11.790	6000	15.00	16.67	-
	A6	40	10	19	400	12.215	8000	20.00		
CV Ubindo	A7	39	9	18	351	11.265	1000	2.85		
	A8	39	9	18	351	10.690	1000	2.85	2.85	-
	A9	39	9	18	351	10.995	1000	2.85		

\*SNI 03-0349-1989

### c. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Limbah Kertas

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Limbah Kertas

Varia si (%)	Kode Samp el	Umu r	Dimensi			Luas penampan g	Berat Batak o (kg)	Beban Maksimu m (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tekan rata- rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Tinga k Mutu *
			P	L	T						
5	B1	7	2 5	1 0	1 5	250	8.208	5500	22.00	26.67	IV
	B2	7	2 5	1 0	1 5	250	8.382	6500	26.00		
	B3	7	2 5	1 0	1 5	250	8.279	8000	32.00		
15	C1	7	2 5	1 0	1 5	250	7.864	4000	16.00		
	C2	7	2 5	1 0	1 5	250	7.963	5000	20.00	18.67	-
	C3	7	2 5	1 0	1 5	250	8.035	5000	20.00		
25	D1	7	2 5	1 0	1 5	250	7.388	5000	20.00		
	D2	7	2 5	1 0	1 5	250	7.196	5000	20.00	20.00	-
	D3	7	2 5	1 0	1 5	250	7.643	5000	20.00		

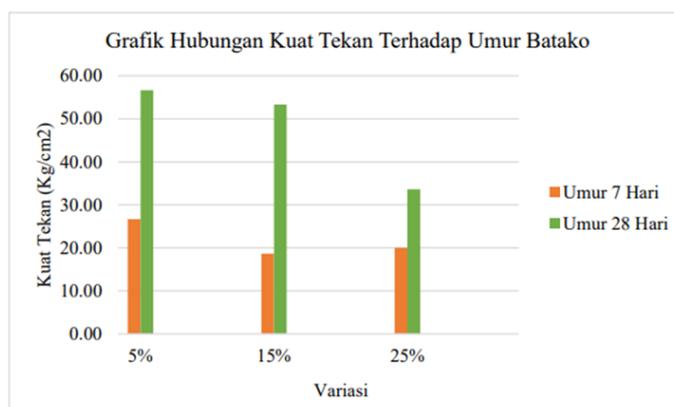
Dari Tabel 3 di atas, dapat disimpulkan bahwa variasi penambahan limbah kertas pada batako mempengaruhi kuat tekan batako. Pada variasi 5%, batako menunjukkan kuat tekan rata-rata sebesar 26,67 kg/cm<sup>2</sup> dengan mutu batako berada pada tingkat IV, dan ini adalah nilai kuat tekan tertinggi di antara variasi lainnya. Pada variasi 15%, kuat tekan rata-rata turun menjadi 18,67 kg/cm<sup>2</sup>, dan pada variasi 25%, kuat tekan rata-rata lebih rendah lagi, yaitu 20,00 kg/cm<sup>2</sup>. Secara umum, terlihat bahwa semakin besar penambahan limbah kertas, kuat tekan batako cenderung menurun. Namun, batako dengan variasi 25% masih mampu mencapai kekuatan yang setara dengan batako pada variasi 15%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan limbah kertas memengaruhi kekuatan batako, di mana penambahan hingga 5% memberikan hasil yang lebih optimal (Kesuma, 2022; Irna Hendriyani, 2017; Alamsyah *et al.*, 2020).

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan Penambahan Limbah Kertas

Variasi (%)	Kode Sampel	Umur	Dimensi			Luas penampang	Berat Batako (kg)	Beban Maksimum (kg)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tekan rata-rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Tingkat Mutu*
			P	L	T						
5	B1B1	28	25	10	15	250	8.275	13500	54.00	56.67	III
	B2B2	28	25	10	15	250	8.265	13000	52.00		
	B3B3	28	25	10	15	250	8.225	16000	64.00		
15	C1C1	28	25	10	15	250	7.550	11000	44.00	53.33	III
	C2C2	28	25	10	15	250	7.465	15000	60.00		
	C3C3	28	25	10	15	250	7.485	14000	56.00		
25	D1D1	28	25	10	15	250	7.415	8000	32.00	33.60	IV
	D2D2	28	25	10	15	250	7.285	8700	34.80		

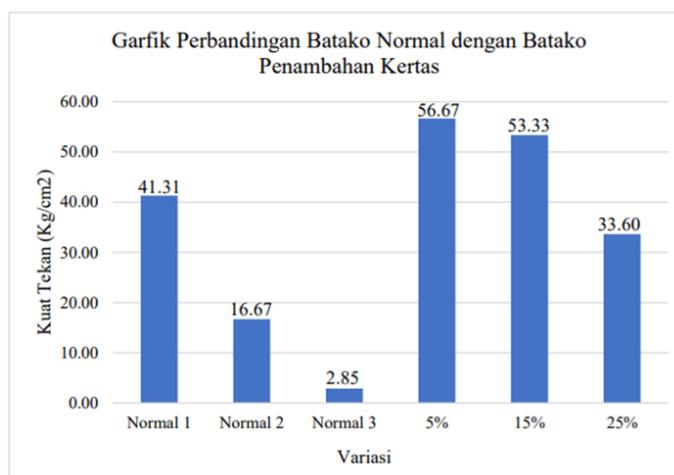
D3D	28	2	1	1	250	7.245	8500	34.00
3		5	0	5				

Dari Tabel 4 di atas, dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah kertas pada batako mempengaruhi kuat tekan setelah 28 hari. Pada variasi 5%, batako memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 56,67 kg/cm<sup>2</sup> dengan mutu batako berada di tingkat III, menunjukkan bahwa variasi ini menghasilkan kualitas terbaik. Pada variasi 15%, kuat tekan rata-rata turun menjadi 53,33 kg/cm<sup>2</sup>, namun masih berada pada tingkat mutu III, yang menunjukkan bahwa variasi ini juga cukup baik. Pada variasi 25%, kuat tekan rata-rata turun lebih signifikan menjadi 33,60 kg/cm<sup>2</sup> dan berada di tingkat mutu IV, menunjukkan bahwa penambahan limbah kertas yang lebih besar menurunkan kualitas batako secara signifikan. Secara keseluruhan, penambahan limbah kertas 5% memberikan hasil yang paling optimal dibandingkan variasi lainnya. (Hospodarova *et al.*, 2018; Rachman *et al.*, 2018).



Gambar 3. Grafik Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Batako

Dapat disimpulkan bahwa kuat tekan batako semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur batako, karena setelah berumur 28 hari batako tersebut mempunyai kekuatan 100% (Abbas *et al.*, 2017) Peningkatan kuat tekan yang terjadi pada batako dari umur 7 hari menjadi 28 hari dengan variasi 5% mengalami peningkatan sebesar 30 dari 26,67 Kg/cm<sup>2</sup> menjadi 56,67 Kg/cm<sup>2</sup>, variasi 15% meningkat 34,66 dari 18,67 Kg/cm<sup>2</sup> menjadi 53,33 Kg/cm<sup>2</sup> dan variasi 25%, meningkat 13,6 dari 20,00 Kg/cm<sup>2</sup> menjadi 33,60 Kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Batako Normal dengan Batako Penambahan Kertas

Dari grafik perbandingan hasil kuat tekan batako diatas terlihat kuat tekan batako normal 1 sebesar 41,31 Kg/cm<sup>2</sup> (mutu III), batako normal 2 sebesar 16,67 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan batako normal 3 sebesar 2,85 kg/cm<sup>2</sup>. Terlihat bahwa kuat tekan batako normal yang ada di pasaran lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan batako yang diberi tambahan kertas. Rendahnya kuat tekan batako pasaran disebabkan oleh perbedaan komposisi campuran yang digunakan dengan batako kertas. Batako normal 3 mempunyai kuat tekan yang rendah dibandingkan batako normal 1 dan 2 karena pasir yang digunakan adalah pasir Nambo yang kualitasnya kurang baik.

Batako tersebut mencapai kuat tekan maksimum sebesar 56,67 Kg/cm<sup>2</sup> (diklasifikasikan dalam mutu kelas III) pada umur 28 hari, dengan penambahan 5% limbah kertas ke dalam campuran. Batako yang mengandung tambahan limbah kertas sebesar 15% menunjukkan kuat tekan sebesar 53,33 Kg/cm<sup>2</sup> (termasuk mutu kelas III) setelah umur 28 hari. Batako yang mengandung tambahan limbah kertas sebesar 25% menunjukkan kuat tekan sebesar 33,60 Kg/cm<sup>2</sup> (diklasifikasikan dalam mutu kelas IV) setelah umur 28 hari. Kuat tekan batako berbanding lurus dengan umur pengeringan batako. Oleh karena itu, terbukti bahwa batako kertas bekas dengan kuat tekan 5% lebih unggul dibandingkan batako yang tersedia di pasaran.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah kertas dengan variasi 5%, 15%, dan 25% layak dilakukan. Perbandingan optimal campuran kertas bekas dengan pasir yang menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 56,67 Kg/cm<sup>2</sup> dicapai pada variabel perbandingan kertas bekas 5%. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 yang menguraikan tentang baku mutu rata-rata batako, telah dilakukan pengujian kuat tekan terhadap semua jenis benda uji, dengan

penambahan limbah kertas mempunyai mutu kelas III dan IV (Aneke *et al.*, 2021; Chen *et al.*, 2019).

#### 4. Simpulan dan Saran

Dari proses dan hasil penelitian yang telah dikerjakan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Berdasarkan penelitian yang dilakukan komposisi optimum campuran menggunakan perbandingan PC:PS = 1:6, yang selanjutnya pada perbandingan ini dikonversikan kedalam perbandingan volume. Dengan persentase penambahan bubuk kertas 5%, 15%, dan 25% dari volume pasir yang diperlukan. Hasil kuat tekan batako yang optimum yaitu pada variasi penambahan limbah kertas 5% menghasilkan kuat tekan 56.67 Kg/cm<sup>2</sup> (memenuhi mutu SNI kelas III). Penambahan limbah kertas lebih unggul dibandingkan batako yang normal yang ada dipasaran, kuat tekan batako normal yang ada di pasaran senilai batako normal 1 = 41.31 Kg/cm<sup>2</sup>, batako normal 2 = 16.67 Kg/cm<sup>2</sup>, dan batako normal 3 = 2.85 Kg/cm<sup>2</sup>.

Untuk mengetahui kualitas produk batako penambahan limbah kertas hanya dilakukan dengan uji kuat tekan. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari. Penelitian ini bermaksud untuk menilai mutu batako yang telah diproduksi dengan menggunakan metode pengujian kuat tekan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 03-0349-1989.

Mengingat keberhasilan penelitian ini dalam menghasilkan batako dengan kuat tekan lebih tinggi dibandingkan batako konvensional, disarankan untuk melakukan uji coba skala industri untuk memverifikasi kelayakan penerapan proses ini dalam produksi batako dalam jumlah besar. Penelitian lebih lanjut juga bisa fokus pada efisiensi proses pembuatan dan potensi pengurangan biaya produksi dengan menggunakan limbah kertas.

#### 5. Daftar Pustaka

1. Abbas, S., Saleem, M. A., Kazmi, S. M., & Munir, M. J. (2017). Production of sustainable clay bricks using waste fly ash: Mechanical and durability properties. *Journal of Building Engineering*, 14, 7-14.

2. Abdel-Shafy, H. I., & Mansour, M. S. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian journal of petroleum*, 27(4), 1275-1290.
3. Alamsyah, M. I., Sriyani, R., & Rachman, R. M. (2020). Pengujian Pemanfaatan Limbah Gelas Plastik Polypropylene (PP) Dalam Komposisi Campuran Beton.
4. Chen, F., Wu, K., Ren, L., Xu, J., & Zheng, H. (2019). Internal curing effect and compressive strength calculation of recycled clay brick aggregate concrete. *Materials*, 12(11), 1815.
5. Adams, H. (2015). *Adams' Building Construction*. Routledge..
6. Aneke, F. I., Awuzie, B. O., Mostafa, M. M., & Okorafor, C. (2021). Durability assessment and microstructure of high-strength performance bricks produced from pet waste and foundry sand. *Materials*, 14(19), 5635
7. Badan Standarisasi Nasional. (1989). *SNI 03-0349-1989 Spesifikasi Bata beton untuk pasangan dinding*. Sni 03-0349-1989, 1, 1–6
8. Bellei, P., Arromba, J., Flores-Colen, I., Veiga, R., & Torres, I. (2021). Influence of brick and concrete substrates on the performance of renders using in-situ testing techniques. *Journal of Building Engineering*, 43, 102871.
9. de Azevedo, A. R., Alexandre, J., Pessanha, L. S. P., da ST Manhães, R., de Brito, J., & Marvila, M. T. (2019). Characterizing the paper industry sludge for environmentally-safe disposal. *Waste Management*, 95, 43-52.
10. Hospodarova, V., Stevulova, N., Briancin, J., & Kostelanska, K. (2018). Investigation of waste paper cellulosic fibers utilization into cement based building materials. *Buildings*, 8(3), 43
11. Irna Hendriyani, Rahmat, S. M. D. (2017). Research of Manufacture Brickworks With Hvs Waste. *Snitt Poltekba*, 316–321.
12. Jamal, M., Ahmad, S. N., Ampangallo, B. A., Serang, R., & Rachman, R. M. (2024). *Beton Pracetak (Teknologi, Produksi dan Aplikasi)*. TOHAR MEDIA.
13. Jumiati, E. (2021). Karakteristik Sifat Fisis Batako Berbahan Limbah Kertas. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika*, 7(3), 7. <https://doi.org/10.24114/jiaf.v7i3.27618>

14. Kesuma, A. (2022). Analisa Pengaruh Penambahan Limbah Kertas Sebagai Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah Epoxy Resin Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 106, 1-12.
15. Muñoz, P., Letelier, V., Muñoz, L., & Bustamante, M. A. (2020). Adobe bricks reinforced with paper & pulp wastes improving thermal and mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 254. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119314>
16. Murmu, A. L., & Patel, A. (2018). Towards sustainable bricks production: An overview. *Construction and building materials*, 165, 112-125.
17. Rachman, R., Sya'ban, A. R., & Setiawan, T. A. (2020). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kelurahan Sanua Kota Kendari Tahun 2018. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 8(1), 37-49
18. Rachman, R. M., Bahri, A. S., & Trihadiningrum, Y. (2018). Stabilization and solidification of tailings from a traditional gold mine using Portland cement. *Environmental Engineering Research*, 23(2), 189-194.
19. Rangan, P. R. (2018). Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kertas HVS Sebagai Bahan Tambah Batako Pejal Terhadap Kuat Tekan. *Journal Dynamic Saint*, 3(2), 684–710. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v3i2.430>
20. Sofi, M., Sabri, Y., Zhou, Z., & Mendis, P. (2019). Transforming municipal solid waste into construction materials. *Sustainability*, 11(9), 2661.
21. Terrones-Saeta, J. M., Suárez-Macías, J., Corpas-Iglesias, F. A., Korobiichuk, V., & Shamrai, V. (2020). Development of ceramic materials for the manufacture of bricks with stone cutting sludge from granite. *Minerals*, 10(7), 621.
22. Torrent, R. J., Neves, R. D., & Imamoto, K. I. (2021). *Concrete permeability and durability performance: from theory to field applications*. CRC Pres