

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN ABU LIMBAH KERTAS HVS SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Mohammad Fiqry Teezar Pratama¹, Ahmad Yudi², Kirtinanda P³

Program Studi Teknik Sipil^{1,2,3}

Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

mohammad.120210123@student.itera.ac.id¹, ahmad.yudi@si.itera.ac.id², kirtinanda.p@si.itera.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan Abu kertas HVS (Hout vrij schrijfpapier) sebagai bahan substitusi semen dalam campuran beton. Kertas HVS merupakan salah satu limbah yang paling banyak digunakan oleh manusia, umumnya digunakan dalam lingkungan instansi pemerintahan, swasta, maupun sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi nilai slump, mengkaji nilai kuat tekan beton, menganalisis dampak penggunaan abu kertas terhadap kuat tekan beton menggunakan metode ANOVA (Analysis of Variance), serta mempelajari jenis keretakan pada setiap sampel beton berdasarkan standar ASTM C39-18. Variasi yang digunakan sebesar 0%, 10%, 15%, dan 20% sebagai substitusi semen. Didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada setiap sampel secara berturut-turut sebesar 20,2 MPa, 23,3 MPa, 20,4 MPa, dan 18,3 MPa. Peningkatan ini terjadi karena abu kertas memiliki kandungan silika yang lebih tinggi dibandingkan dengan semen portland. Namun dalam penggunaan abu kertas ini diperlukan aktifaor untuk memepercepat sifat mekanis dari abu kertas itu sendiri. Aktifator yang digunakan dalam penelitian ini adalah NaOH dengan kadar 4 Mol. Dengan demikian, peningkatan kuat tekan yang dihasilkan oleh abu kertas dapat digunakan sebagai beton normal.

Kata kunci: Beton Normal, Abu Kertas, Semen, NaOH

Abstract

This research aims to analyze the use of HVS paper ash (Hout vrij schrijfpapier) as a substitute for cement in concrete mixtures. HVS paper is one of the

most widely used wastes by humans, generally used in government, private, and school agencies. This research aims to evaluate the slump value, assess the concrete compressive strength value, analyze the impact of using paper ash on concrete compressive strength using the ANOVA (Analysis of Variance) method, and study the type of cracks in each concrete sample based on ASTM C39-18 standards. The variations used were 0%, 10%, 15%, and 20% as cement substitution. The average compressive strength of each sample was 20.2 MPa, 23.3 MPa, 20.4 MPa, and 18.3 MPa, respectively. This increase occurred because paper ash has a higher silica content compared to Portland cement. However, the use of paper ash requires an activator to accelerate the mechanical properties of the paper ash itself. The activator used in this research is NaOH with a level of 4 mol. Thus, the increase in compressive strength produced by paper ash can be used as normal concrete.

Keywords: Normal Concrete, Paper Ash, Cement, NaOH

I. PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan penduduk telah mendorong peningkatan permintaan akan berbagai jenis infrastruktur bangunan, seperti perumahan, gedung perkantoran, jembatan, jalan raya, bendungan, dan pelabuhan. Untuk mendukung pembangunan infrastruktur tersebut, dibutuhkan bahan konstruksi yang berkualitas, salah satunya adalah beton. Teknologi beton menawarkan berbagai manfaat, antara lain kemampuan untuk menyesuaikan bentuk sesuai

dengan kebutuhan, spesifikasi teknis yang lebih baik, ketahanan yang lebih lama, efisiensi dalam proses pembangunan, serta aspek keberlanjutan yang lebih ramah lingkungan. (Tandipayuk, 2016).

Penggunaan beton sebagai material konstruksi yang semakin meluas menandakan bahwa permintaan beton di masa depan juga akan meningkat. Kondisi ini mendorong perlunya inovasi baru terkait material beton itu sendiri. Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, kreativitas dalam dunia konstruksi pun mengalami peningkatan signifikan. (Lindawati, 2018). Salah satu contohnya adalah dengan mengoptimalkan sumber daya lokal yang ada di lingkungan sekitar, seperti penggunaan kertas.

Kertas adalah salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari, sehingga tingkat penggunaannya sangat tinggi (Arfah, 2017).. Peningkatan permintaan ini tidak hanya mendorong produksi industri kertas yang lebih besar, tetapi juga menyebabkan berbagai masalah lingkungan, seperti deforestasi, penumpukan sampah, serta polusi air dan udara. (Ahmad & Saftyaningsih, 2013).

Kertas adalah salah satu limbah yang paling banyak dihasilkan oleh manusia, baik yang dihasilkan oleh rumah tangga maupun sekolah dan perkantoran (Saputra & Fauzi, 2022). Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPN), pada tahun 2023, sampah kertas di Indonesia mencapai 10,6%, sementara di Lampung mencapai 5,6%. Pemanfaatan limbah kertas ini dapat mendukung inisiatif pemerintah untuk menghasilkan bahan konstruksi yang ringan dan terjangkau, yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton.

Limbah kertas HVS merupakan salah satu jenis limbah kertas yang umum dijumpai dan mudah diperoleh di pasaran. Kertas ini sering digunakan dalam berbagai aktivitas, seperti korespondensi, pekerjaan administratif di lembaga pemerintahan maupun swasta, serta dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. (Pangan, 2018). Pada awalnya, kertas dibakar menjadi abu kertas, yang kemudian digunakan untuk pengganti sebagian semen ke beton. Kualitas beton tergantung pada banyak faktor, salah satunya adalah kekuatannya. Beton dengan kekuatan tekan yang lebih tinggi akan memiliki kualitas yang lebih baik.

Dalam penelitian ini, peneliti akan mengkaji potensi pemanfaatan abu kertas sebagai alternatif pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton. Pendekatan ini dipilih karena memiliki manfaat teknis

dan ekonomis yang signifikan, yang diharapkan dapat membantu merancang komposisi campuran yang optimal antara abu kertas dan beton guna mencapai kuat tekan yang maksimal.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui metode eksperimen. Material yang akan digunakan sebagai bahan penyusun beton harus dilakukan pengujian terlebih dahulu guna memastikan bahwa kondisi material yang digunakan sudah sesuai dengan standar untuk mendapatkan hasil beton sesuai yang direncanakan. Pengujian yang dilakukan pada material penyusun beton yaitu agregat kasar, agregat halus, semen dan abu kertas. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Struktur, Program Studi Teknik Sipil, yang berada di Gedung Laboratorium Teknik 1, Institut Teknologi Sumatera. Proyek ini dimulai pada bulan Juni dan selesai pada bulan November 2024.

Tabel 1. Variasi Benda Uji

No	Persentase Abu Kertas	Jumlah Sampel
1	0%	3
2	10%	3
3	15%	3
4	20%	3
Jumlah Sampel		12

Pada Tabel 2. Diberikan hasil pengujian properties agregat halus, agregat kasar, semen, dan abu kertas.

Dalam studi ini, sebagian semen di-substitusi dengan abu kertas HVS. Totalnya terdapat 12 sampel uji yang dikelompokkan menjadi tiga variasi persentase substitusi, yaitu 10%, 15%, dan 20%, dengan masing-masing kelompok terdiri dari tiga sampel. Beton dibuat dengan menggunakan cetakan silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang dirancang untuk mencapai kekuatan tekan sebesar 20 Mpa dengan umur 28 hari.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Propertis

Material	Parameter	Satuan	Hasil pengujian	
Agregat halus	Analisis saringan	Modulus kehalusan	%	2,71
	Kadar air		%	2,25
		<i>Bulk</i>	-	2,48
	Berat jenis	<i>Apparent</i>	-	2,59
		SSD	-	2,53
	Penyerapan		%	1,626
	Zat organik		-	2
	Kadar lumpur		%	4,26
	Berat volume		kg/m ³	1375
	Agregat kasar	Analisis saringan	Modulus kehalusan	%
Kadar air			%	1,15
		<i>Bulk</i>	-	2,54
Berat jenis		<i>Apparent</i>	-	2,75
		SSD	-	2,6
Penyerapan			%	2,95
Keausan			%	23,44
	Berat volume	kg	1332	
Semen	Berat jenis	g/cm ³	3,2	
Abu kertas	Berat jenis	g/cm ³	3,281	

Anova atau analisis varians, merupakan teknik statistik yang dipakai untuk membandingkan rata-rata dari dua kelompok atau lebih guna mengevaluasi apakah terdapat perbedaan signifikan di kuat tekan. Dengan kata lain, Anova digunakan sebagai analisis guna menguji hipotesis yang menilai adakah perbedaan rerata data antar kelompok (Mashuri et al., 2024).

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Perencanaan *Mix Design*

Perencanaan campuran beton adalah komponen inti dalam sebuah konstruksi bangunan yang melibatkan analisis dan perhitungan yang tepat dan

sesuai standar yang ada agar beton kuat dan aman saat digunakan. Maka dari itu, dibutuhkan perencanaan campuran beton yang sesuai. Terdapat banyak faktor dalam perencanaan sebuah campuran beton yang harus di perhatikan antara lain beban yang ditanggung oleh struktur, lingkungan tempat konstruksi didirikan, dan fungsi 27 dari bangunan yang akan di bangun. Pada penelitian ini, digunakan SNI 7656:2012 sebagai acuan dalam sistematika pencampuran beton yang akan dibuat.

Hasil Pengujian Slump

Hasil pengujian yang diperoleh dari penelitian ini meliputi nilai *slump* yakni sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Slump

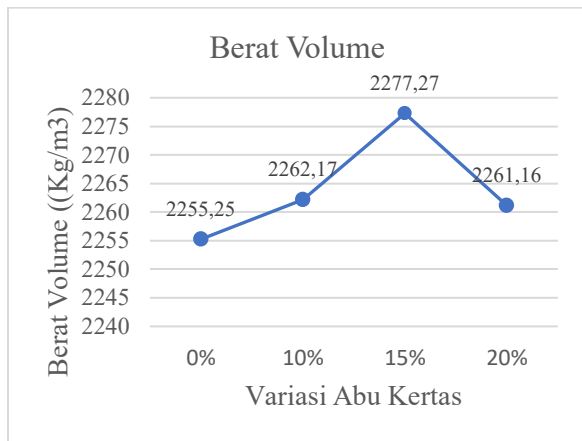
Variasi	Slump Rencana (mm)	Slump yang Didapat (mm)
0%		83
10%	75 - 100	80
15%	(± 20)	78
20%		75

Pengukuran nilai slump menunjukkan variasi pada setiap campuran. Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 3, untuk campuran yang menggunakan abu kertas HVS dengan 4Mol NaOH, nilai slump adalah 83 mm pada campuran tanpa abu kertas (0%), 80 mm pada campuran 10%, 78 mm pada campuran 15%, dan 75 mm pada campuran 20%. Dengan demikian, campuran tanpa abu kertas memiliki nilai slump tertinggi, sedangkan campuran dengan 20% abu kertas menunjukkan nilai slump terendah. Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan jumlah abu kertas yang ditambahkan, mengingat abu kertas memiliki kemampuan serap air yang lebih tinggi dibandingkan semen, sehingga mengurangi jumlah air dalam campuran dan menurunkan kekentalannya. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Kejela, 2020).

Pengujian Berat Volume Beton

Tabel 4. Hasil Uji Berat Volume

Variasi	Berat volume rata-rata (kg/m ³)
0%	2252,25
10%	2262,17
15%	2277,27
20%	2261,16



Gambar 1. Grafik Pengujian Berat Volume Beton

Berdasarkan grafik 2. diperoleh nilai berat volume beton dan rata-ratanya. Untuk campuran 0%, berat volume rata-rata adalah 2255,25 kg/m³; pada campuran 10% mencapai 2262,12 kg/m³; pada campuran 15% tercatat 2277,27 kg/m³; dan pada campuran 20% sebesar 2261,16 kg/m³. Nilai-nilai tersebut sesuai dengan standar berat volume beton normal menurut SNI 03-2847-2002, yang berkisar antara 2200 kg/m³ hingga 2500 kg/m³. Penurunan berat volume pada campuran 20% kemungkinan terjadi karena proses pemadatan pada cetakan yang kurang maksimal, sehingga menghasilkan beton dengan berat volume yang lebih rendah.

Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah salah satu sifat mekanik penting yang harus diperhatikan saat memilih campuran beton (District et al., 2023). Nilai kuat tekan

beton ialah adalah proses menentukan berapa banyak material yang diperlukan untuk membuat campuran beton (Dwiyana et al., 2024). Ukuran serta bentuk sampel uji akan berpengaruh terhadap nilai kuat tekan itu sendiri. Menurut SNI 1974 – 2011, berikut perhitungan untuk mengetahui nilai kuat tekan:

$$F'c = \frac{P}{A} \quad [1]$$

Keterangan:

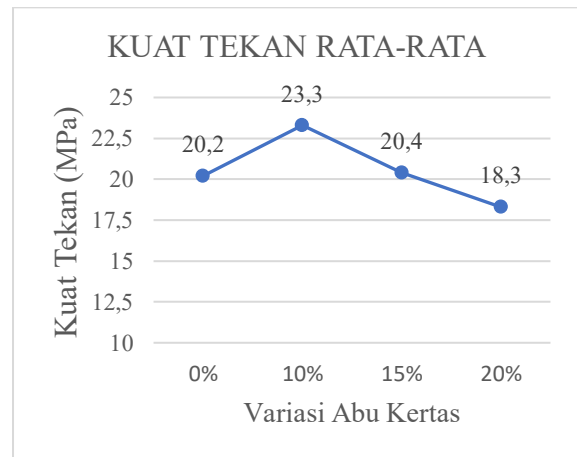
f'c = Kuat tekan (Mpa)

P = Tekanan (N)

A = Luas penampang beton (mm²)

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan

Variasi	Kuat tekan rata-rata (MPa)
0%	20,2
10%	23,3
15%	20,4
20%	18,3



Gambar 2. Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari data pada gambar 2. didapatkan kuat tekan rata-rata pada setiap variasi 0%, 10%, 15%, dan 20% yaitu sebesar 20,2 MPa, 23,3 MPa, 20,4 MPa, dan 18,3 MPa. Dengan menggunakan SNI 7656-2012, kuat tekan rencana yang digunakan yaitu 20 MPa, hasil yang didapat memenuhi kuat tekan rencana. Pada

penelitian sebelumnya yang dilakukan (Kejela, 2020), (Ahmad, et al., 2013) dan (Balwaik & Raut, 2014) pada variasi 15% mengalami penurunan kuat tekan dibawah rencana dikarenakan penelitian sebelumnya tidak menggunakan aktifator sehingga dapat mempengaruhi nilai kuat tekan. Aktifator NaOH 4 Mol dapat meningkatkan reaktivitas abu kertas.



Gambar 3. Nilai Hasil Uji Kuat Tekan



Gambar 4. Beton Hasil Uji Kuat Tekan

IV. KESIMPULAN

Pada pengujian ini dilakukan pengujian pada umur beton 28 hari didapatkan hasil kuat tekan pada variasi 0% yaitu sebesar 20,2 Mpa, dan variasi campuran dengan abu kertas pada 10% didapatkan hasil kuat tekan 23,3 Mpa, pada 15% didapatkan hasil kuat tekan sebesar 20,4 Mpa, pada 20% didapatkan hasil kuat tekan 18,3 Mpa. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan. pada variasi 15% mengalami penurunan kuat tekan dibawah rencana dikarenakan penelitian

sebelumnya tidak menggunakan aktifator sehingga dapat mempengaruhi nilai kuat tekan. Yang dimana aktifator NaOH 4 Mol dapat meningkatkan reaktivitas abu kertas.

Hasil pengujian berat volume didapatkan dengan variasi kertas 0%, 10%, 15%, dan 20% dengan menggunakan 4Mol NaOH secara berturut-turut adalah 2255,25 kg/m³; 2262,17 kg/m³; 2277,27 kg/m³; dan 2261,16 kg/m³. Berat yang didapatkan memiliki berat sesuai berat beton normal. Pada persentase 20% mengalami penurunan berat volume dikarenakan pada saat proses pemadatan pada cetakan kurang maksimal yang mengakibatkan berat volume beton menurun.

REFERENSI

- MZ, L. (2018). ANALISIS PEGARUH PENAMBAHAN BIJI KARET PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON K-175. *Jurnal Deformasi*, 3(1), 46–54. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v3i1.1966>
- Meko Kejela, B. (2020). Waste Paper Ash as Partial Replacement of Cement in Concrete. *American Journal of Construction and Building Materials*, 4(1), 8. <https://doi.org/10.11648/j.ajcbm.20200401.12>
- Tandipayuk, R. P., 2016. KARAKTERISTIK BETON RINGAN KUAT TEKAN 35 MPa MENGGUNAKAN LIMBAH KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL AGREGAT HALUS. p. 1.
- Rangan,Parea R., (2018). PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH KERTAS HVS SEBAGAI BAHAN TAMBAH BATAKO PEJAL TERHADAP KUAT TEKAN. *Journal Dynamic Saint*, 3(2). <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v3i2.430>
- Rasyida Ahmad Dra Ken Atik Saftyaningsih, A. (2013). *Pemanfaatan Hasil Pengolahan Limbah Kertas pada Produk Tas dengan Teknik Paper Folding*. *Jurnal Tingkat Sarjana bidang Senirupa dan Desain*. <http://apki.net/asosiasi>
- Ahmad, S., Malik, M. I., Wani, M. B., & Ahmad, R. (2013). Study of Concrete Involving Use of Waste Paper Sludge Ash as Partial Replacement

- of Cement. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 3(11), 6-15.
- Balwaik, S. A., & Raut, S. P. (2014). Utilization of Waste Paper Pulp by Partial Replacement of. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 1(2), 300-309.
- Arfah, M. (2017). Pemanfaatan limbah kertas menjadi kertas daur ulang bernilai tambah oleh mahasiswa. *Buletin Utama Teknik*, 13(1), 28–31.
- District, T., Regency, G. M., Antonia, E. J., Brita, A., & Gawei, P. (2023). *Analysis of Concrete Compressive Strength Using Local Aggregates in the Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Lokal di Kecamatan Tewah Kabupaten Gunung Mas. December.*
- Dwiyana, P. A., Khanza, A. K., Maini, M., & Marina, B. C. (2024). *SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON. 10(2).*
- Mashuri, A. T., Yudi, A., & Aprilia, A. S. (2024). *Comparative Analysis of Concrete Compressive Strength Using GGBFS as a Cement Substitute for Normal Concrete Analisa Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan GGBFS Sebagai Subtitusi Semen Terhadap Beton Normal. 5(2).*
<https://doi.org/10.37253/jcep.v5i2.10046>
- Saputra, A. Z., & Fauzi, A. S. (2022). Pengolahan Sampah Kertas Menjadi Bahan Baku Industri Kertas Bisa Mengurangi Sampah di Indonesia. *Jurnal Mesin Nusantara*, 5(1), 41–52.
<https://doi.org/10.29407/jmn.v5i1.17522>
- BSN, “SNI 7656:2012 Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa,” 2012. [Online]. Available: www.bsn.go.id.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. SNI-1974. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974-2011. SNI-1974, 20.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. Bandung: Badan Standardisasi Nasional, 251.