

ANALISA KUAT TEKAN BETON RAMAH LINGKUNGAN DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH BETON SEBAGAI AGREGAT KASAR DAN PENAMBAHAN ABU PELEPAH PISANG

Galang Alifa Ramaditya¹, Habbatul Fitri Amalia¹, Hartono¹

¹ Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,
Jl. Prof., Soedarto 13, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275
E-mail: galangalifaa@gmail.com

Abstrak

Perkembangan pembangunan infrastruktur Indonesia yang semakin meningkat selalu ada terobosan baru dalam penggunaan material beton. Penggunaan material pada beton kerap kali terjadi kendala dalam pengadaan materialnya, tak jarang pula terjadi kerusakan terhadap lingkungan akibat penambangan guna mendapatkan material dalam pembuatan beton. Pemanfaatan limbah sebagai campuran beton ramah lingkungan menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan material beton. Penelitian ini menggunakan limbah beton dan limbah pelepah pisang untuk meningkatkan mutu beton. Limbah beton yang berasal dari bekas uji kuat tekan akan digunakan sebagai substitusi agregat kasar sebanyak 25%, 50% dan 75%. Limbah pelepah pisang yang dibakar hingga menjadi abu mengandung selulosa dan 52,72% silica (SiO₂) digunakan sebagai penambahan beton sebanyak 5%, 10%, dan 15%. Dengan menggunakan metode eksperimental, hasil dari inovasi campuran beton akan di bandingkan dengan beton normal. Benda uji penelitian ini menggunakan kubus berukuran (15×15×15) cm sebanyak 3 buah dan pengujian dilakukan pada umur beton 7 hari. Kuat tekan dari pengujian laboratorium, mendapatkan hasil tertinggi pada umur 28 hari yang telah dikonversi dengan substitusi limbah beton 25% + penambahan abu pelepah pisang 5% yakni 8% dari beton normal dengan kuat tekan sebesar 255,173 kg/cm². Penurunan kuat tekan beton terjadi pada substitusi limbah beton 50% + penambahan abu pelepah pisang 10% sebesar 17% dan pada substitusi limbah beton 75% + penambahan abu pelepah pisang 15% sebesar 46%.

Kata kunci : *beton ramah lingkungan, abu pelepah pisang, limbah beton, kuat tekan*

Abstract

The development of infrastructure establishment in Indonesia is increasing, there are always new breakthroughs in the use of concrete materials. There are frequent constraints in the use of materials in conventional concrete regarding the procurement of the materials, there are also frequent damages to the environment due to mining in order to obtain materials in the manufacture of concrete. Utilization of waste as an eco friendly mixture is a solution to reduce the use of conventional concrete materials. This research uses concrete waste and banana stem waste and concrete waste to improve the quality of concrete. The concrete waste originating from the former compressive strength test will be used as a substitute for coarse aggregate as much as 25%, 50% and 75%. The banana stem waste which was burned to ash contains cellulose and 52.72% silica (SiO₂) is used as an addition of 5%, 10%, and 15% to the concrete. By using experimental methods, the results of the innovative concrete mixture will be compared with conventional concrete. The test object of this research uses cubes measuring (15×15×15) cm as many as 3 pieces and the test was carried out at the age of 7 days of concrete. Compressive strength from laboratory testing getting the highest results at the age of 28 days was obtained with the addition of 25% coarse aggregate substitution + 5% banana stem ash that was 8% of conventional concrete with the compressive strength of 255,173 kg/cm². The decrease of the compressive strength occurred in the 50% substitution of concrete waste + the addition of 10% banana stem ash that was 17% and in the addition of 75% concrete substitution + the addition of 15% banana stem ash that was 46%.

Keywords : *eco concrete, banana stem ash, concrete waste, compressive strength*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia konstruksi di zaman sekarang sangat maju dengan pesat terutama di Indonesia. Banyaknya proyek-proyek yang muncul demi memenuhi kebutuhan akan sarana prasarana serta infrastruktur memunculkan gagasan bagaimana cara memanfaatkan bahan-bahan lain yang tadinya limbah agar bisa dimanfaatkan kembali sebagai bahan penunjang konstruksi. Beton adalah suatu bahan penunjang konstruksi yang berkembang dari waktu ke waktu. Sering ditemukan kasus kerusakan di berbagai daerah yang disebabkan oleh pengambilan bahan-bahan pembuatan beton secara massif (Soelarso et al., 2016). Hal ini dirasa sesuai dengan perkembangan pembangunan konstruksi di Indonesia yang sangat pesat pada era ini. Pemanfaatan limbah konstruksi di Indonesia belum dimanfaatkan dengan baik. Limbah konstruksi yang jumlahnya banyak dan selalu meningkat dari waktu ke waktu kebanyakan hanya dihamparkan dilahan terbuka dan sebagian digunakan untuk urugan (Soelarso et al., 2016). Banyaknya limbah konstruksi yang dapat mencemari lingkungan memunculkan gagasan bagaimana cara memanfaatkannya. Limbah konstruksi seperti sampah beton mungkin dapat dimanfaatkan lagi agar keberadaannya tidak mencemari lingkungan dan juga dapat menghemat penggunaan material pembuatan beton.

Banyak residu pertanian diproduksi di seluruh dunia dengan perkiraan 1000 juta ton dihasilkan sebagai limbah. Residu tanaman yang menyumbang 80% dari total limbah yang dihasilkan menjadi salah satu contributor utama dalam banyaknya limbah pertanian (Akinyemi & Dai, 2020). Limbah pertanian yang dimaksud adalah seperti limbah pengolahan kayu, tanaman hutan, dan limbah dari bahan pangan seperti tongkol jagung, jerami, dan pelepah pohon pisang (Akinyemi & Dai, 2020). Diperkirakan lebih dari 10 juta hektar perkebunan pisang ditanam dari 160 negara di dunia yang tentunya menghasilkan ribuan limbah pelepah pisang setelah panen (*The World Banana Economy, 1985-2002*, n.d.). Limbah tersebut kadang hanya dibiarkan saja dan membusuk sehingga mengeluarkan gas karbon dioksida dan metana. Tapi seringkali, limbah tersebut dibuang di tempat pembuangan akhir (Akinyemi & Dai, 2020). Limbah-limbah tersebut juga memiliki dampak negatif terhadap lapisan ozon, air bawah tanah, perubahan iklim, dan ekonomi dunia hal tersebut menjadi sorotan para pemerhati lingkungan (Akinyemi et al., 2019).

Dalam upaya pemanfaatan limbah pelepah pisang telah ditemukan upaya dalam pengembangan

beton dengan mengaplikasikan pelepah pisang sebagai penguat (Akinyemi & Dai, 2020). Pemanfaatan limbah pelepah pisang yang mengandung zat selulosa dan silica diharapkan dapat sebagai perkuatan dalam campuran beton, yang mana juga menggunakan limbah beton sebagai substitusi agregat kasar. Demi memangkas penggunaan material yang berdampak pada lingkungan dan biaya, diharapkan dengan beton yang terbuat dari material tersebut dapat mendapat hasil kuat tekan yang sama atau lebih besar dari beton konvensional.

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ditemukan bahwa zat selulosa pada pelepah pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen Portland. Namun pada penelitian ini pelepah pisang yang sudah menjadi abu akan di tambahkan ke dalam campuran beton bukan lagi sebagai substitusi pada semen. Pemanfaatan limbah yang tentunya dapat menghemat bahan baku beton konvensional menjadi pertimbangan dalam penelitian ini. Pemanfaatan ini dirasa perlu disamping mengurangi limbah juga dapat bermanfaat bagi lingkungan agar penambahan material beton dapat berkurang.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian pada penelitian ini adalah eksperimental. Dimana eksperimen sendiri adalah suatu metode dimana kita mencari pengaruh atau perbedaan ketika kita mengatur suatu variabelnya (Arifin et al., 2020). Pada penelitian ini abu pelepah pisang dan limbah beton berperan sebagai variabel bebas sedangkan kuat tekan beton menjadi variabel terikat. Mutu beton yang digunakan penelitian ini yaitu K_{255} , dimana hasil kuat tekan beton normal akan dibandingkan dengan beton yang ditambah variabel bebas sebagai pengganti material sehingga menjadi output data yang nantinya akan dianalisa. Dengan hasil analisa apakah penambahan variabel bebas tadi akan berpengaruh terhadap variabel terikatnya.

Proses penelitian dalam pembuatan beton menggunakan material limbah beton dan abu pelepah pisang terdapat beberapa tahapan yaitu studi literatur, identifikasi masalah, membuat inovasi beton, perhitungan mix design, persiapan alat dan material, pengujian material, pembuatan beton, pengujian nilai slump, perawatan beton, pengujian kuat tekan beton dan analisis hasil kuat tekan beton.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Mix Design

Untuk menentukan campuran beton (*mix design*) sebagai bahan penyusun beton pada

penelitian ini digunakan acuan campuran beton yaitu SNI 7394:2008. Dengan proporsi 371 kg semen, 698 kg pasir, 1047 kg batu, 215 lt air untuk setiap 1 m³ beton konvensional. Pada campuran beton di penelitian ini dilakukan pencampuran untuk 4 variasi campuran. Adapun campuran itu adalah satu campuran beton normal dengan acuan *mix design* sesuai dengan SNI 7394:2008 dan tiga campuran substitusi limbah beton sebagai agregat kasar dan abu pelepah pisang sebagai bahan tambahan seperti Tabel 2.

Proses pembuatan beton menggunakan cetakan kubus berukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm sebanyak 3 buah untuk setiap campuran adukan beton. Beton akan diuji pada saat umur 7 hari. Setiap pengujian masing-masing campuran beton berjumlah 3 benda uji beton yaitu benda uji beton normal, beton dengan bahan tambah abu pelepah pisang sebanyak 5%, 10%, 15% dan limbah beton sebagai substitusi agregat kasar sebanyak 25%, 50%, 75%. Untuk rancangan benda uji beton bisa di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Benda Uji Beton

Kode Benda Uji	% Campuran Benda Uji dan Bahan Substitusi Agregat Kasar	% Campuran Benda Uji dan Bahan Tambah Kuat Tekan
A	0% Limbah Beton	0% Abu Pelepah Pisang
B	25% Limbah Beton	5% Abu Pelepah Pisang
C	50% Limbah Beton	10% Abu Pelepah Pisang
D	75% Limbah Beton	15% Abu Pelepah Pisang

Tabel 4. Nilai Slump Test Beton

Kode Benda Uji	Slump (cm)			Rata-Rata Slump
	T1	T2	T3	
A	13	12	12	12
B	10	10	11	10
C	10	13	12	12
D	10	12	13	12

3.2 Hasil Analisa Berat Volume Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 7 hari. Tata cara pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974:2011. Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan alat *Compression Testing Machine* yang tersedia di laboratorium bahan bangunan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Hasil kuat tekan beton yang didapat pada benda uji memberikan nilai dalam satuan newton (kN). Pengujian ini dilakukan sesuai umur rencana setelah proses perawatan beton (*curing*) selesai yaitu dengan cara merendam benda uji ke dalam air bersih. Setelah proses *curing* benda uji yang sudah memiliki umur 7 hari di keluarkan dari tempat *curing* hingga benda uji kering. Sebelum pengujian kuat tekan beton, benda uji di timbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat masing-masing benda uji.

Tabel 2. Mix Design Beton

	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Split (Kg)	Air (Lt)	Limbah Beton (Kg)	Abu Pelepah Pisang (Kg)
A	1,252	2,356	3,534	0,726	-	-
B	1,252	2,356	2,650	0,726	0,833	0,118
C	1,252	2,356	1,767	0,726	1,767	0,376
D	1,252	2,356	0,883	0,726	2,650	0,563

3.3 Hasil Pengujian Material

Pada penelitian ini penggunaan material untuk pembuatan beton sebelumnya dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian ini dilakukan untuk material agregat halus, agregat kasar dan agregat limbah beton. Adapun pengujiannya yaitu meliputi Analisa saringan, kadar lumpur, kadar organis, kadar air, dan *Los Angeles Abrasion*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Material

Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar	Agregat Limbah Beton
Analisa Saringan	sedang		
Kadar Lumpur	3,90%		
Kadar Organik	kuning jernih	-	-
Kadar Air	3,15%		
LAA	-	24%	33,9%

3.4 Hasil Pengujian Slump Test

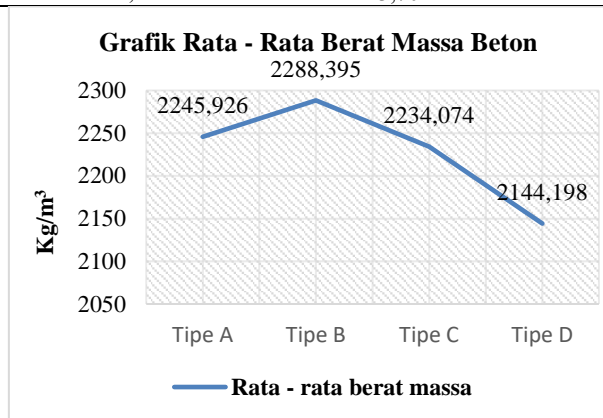
Pengujian *slump test* dilakukan untuk mendapatkan nilai kekentalan pada beton yang mengacu pada SNI 03 – 1972 – 1990.

Berdasarkan Tabel 5, hasil berat benda uji beton pada pada umur 7 hari didapat berat beton tertinggi yaitu benda uji B1 dengan campuran substitusi limbah beton 25% + penambahan abu pelepah pisang 5%. Berat beton terendah yaitu terdapat pada benda uji D2 dengan campuran substitusi limbah beton 75% + penambahan abu pelepah pisang 15%. Untuk rata-rata berat beton yang memiliki nilai tertinggi yaitu benda uji B dengan berat 7,723 kg dan rata rata beton yang memiliki nilai terendah yaitu benda uji D dengan berat 7,237 kg.

Tabel 5. Berat Massa Volume Beton

Kode Benda Uji	Berat (Kg)	Volume (m ³)	Berat Masa Volume Beton (kg/m ³)	Rata - Rata Berat Massa Volume
A1	7,605		2253,333	
A2	7,620	0,003375	2257,778	2245,926
A3	7,515		2226,667	
B1	7,785		2306,667	
B2	7,780	0,003375	2305,185	2288,395
B3	7,605		2253,333	
C1	7,520		2228,148	
C2	7,580	0,003375	2245,926	2234,074
C3	7,520		2228,148	
D1	7,270	0,003375	2154,074	2144,198

D2	7,205	2134,815
D3	7,235	2143,704



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Berat Massa Beton

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan rata-rata berat massa untuk beton A sebesar 2245 kg/m³, beton B sebesar 2288,395 kg/m³, beton C sebesar 2234,074 kg/m³ dan beton D sebesar 2144,198 kg/m³. Rata-rata berat massa beton tertinggi yaitu beton tipe B dan rata-rata berat massa beton terendah yaitu beton D. Menurut SNI 03-2847-2002 berat massa volume untuk benda uji yang termasuk kategori beton normal adalah beton A, B, dan C sedang kan benda uji beton D tidak masuk karena berat massanya masih dibawah beton normal menurut SNI 03-2847-2002 yaitu 2200 – 2500 kg/m³. Prosentase dalam penambahan limbah beton dan abu pelepah pisang apabila semakin besar dapat

Tabel 6. Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Kode Benda Uji	P (kN)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan Beton umur 7 hari (Kg/cm ²)
A1	370	37405,890	225,000	166,248
A2	390	39427,830	225,000	175,235
A3	440	44482,680	225,000	197,701
B1	380	38416,860	225,000	170,742
B2	375	37911,375	225,000	168,495
B3	390	39427,830	225,000	175,235
C1	290	29318,130	225,000	130,303
C2	310	31340,070	225,000	139,289
C3	300	30329,100	225,000	134,796
D1	233	23555,601	225,000	104,692
D2	276	27902,772	225,000	124,012
D3	360	36394,920	225,000	161,755

3.5 Hasil Analisa Kuat Tekan Beton Karakteristik Umur 28 Hari

Berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 tentang prediksi perkembangan kuat tekan beton berdasarkan umur beton. Hasil uji kuat tekan beton pada umur 7 hari akan di konversikan menjadi umur 28 hari melalui persamaan menggunakan faktor koreksi kuat tekan beton berdasarkan umur beton. Untuk mendapatkan kuat tekan beton umur 28 hari, nilai kuat tekan beton 7 hari di bagi dengan faktor koreksi umur 7 hari yaitu 0,65.

mengakibatkan berat beton semakin ringan dan membuat nilai berat menjadi menurun.

3.6 Hasil Analisa Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Berdasarkan SNI 1974:2011 cara perhitungan kuat tekan beton dengan data yang telah didapat setelah proses pengujian yaitu beban maksimum yang bisa ditahan beton digunakan rumus dengan persamaan (1).

$$\sigma' = \frac{P}{A}$$

(1)

Keterangan:

σ' = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas permukaan penampang (cm²)

Dengan luas permukaan penampang (A):

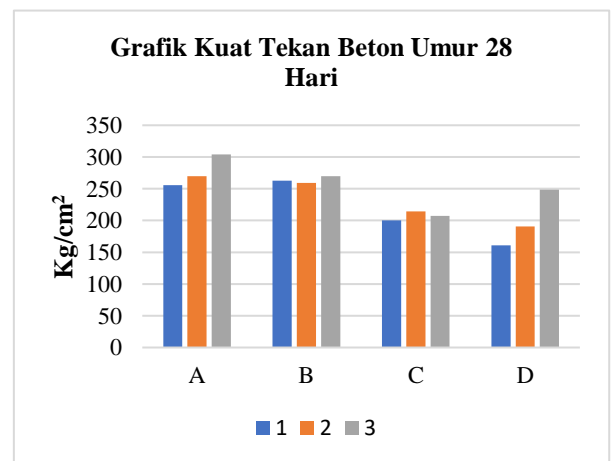
A = sisi × sisi

= 15 cm × 15 cm

= 225 cm

Berdasarkan Tabel 6 di dapatkan hasil uji kuat tekan beton pada umur 7 hari dengan nilai kuat tekan yang memiliki nilai naik turun pada setiap intervalnya. Hasil uji kuat tekan beton pada beton kubus tertinggi terdapat pada beton A3 sebesar 197,701 kg/cm² dengan campuran beton normal. Sedangkan hasil uji kuat tekan beton terendah terdapat pada beton D1 sebesar 104,692 kg/cm² dengan campuran substitusi limbah beton 75% + penambahan abu pelepah pisang 15%.

Tabel 7. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari



Kode Benda Uji	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan Beton (Kg/cm ²)	
			7 Hari	28 Hari
A1	37405,890	225,000	166,248	255,767
A2	39427,830	225,000	175,235	269,592
A3	44482,680	225,000	197,701	304,155
B1	38416,860	225,000	170,742	262,679
B2	37911,375	225,000	168,495	259,223
B3	39427,830	225,000	175,235	269,592
C1	29318,130	225,000	130,303	200,466
C2	31340,070	225,000	139,289	214,291
C3	30329,100	225,000	134,796	207,378

D1	23555,601	225,000	104,692	161,064
D2	27902,772	225,000	124,012	190,788
D3	36394,920	225,000	161,755	248,854

Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Dari hasil perhitungan kuat tekan beton pada umur 28 hari yang telah di dapatkan pada Gambar 2, kemudian dilanjutkan dengan melakukan perhitungan penyimpangan atau standar deviasi. Nantinya hasil dari perhitungan standar deviasi akan di hitung kembali untuk mendapatkan hasil kuat tekan karakteristik dari beton. Adapun rumus standar deviasi dalam persamaan (2) dan rumus kuat tekan karakteristik dalam persamaan (3).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (\sigma'_{bi} - \sigma'_{bm})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

Keterangan :

S = Standar deviasi

σ'_{bi} = Kuat tekan masing-masing benda uji (kg/cm²)

σ'_{bm} = Rata-rata kuat tekan teton (kg/cm²)

n = Jumlah benda uji

σ'_{bk} = $\sigma'_{bm} - (1,64 \cdot S)$

(3)

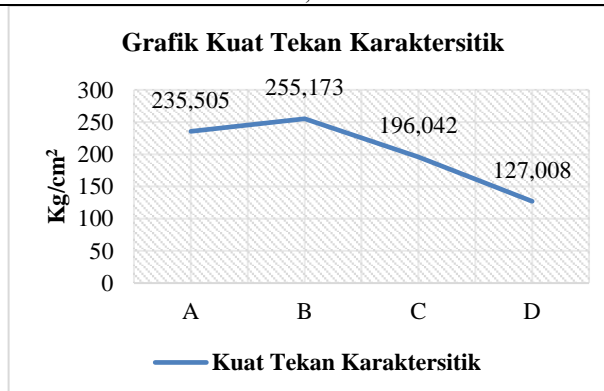
Keterangan :

σ'_{bk} = Karakteristik kuat tekan masing-masing benda uji (kg/cm²)

σ'_{bm} = Rata-rata kuat tekan beton (kg/cm²)

Tabel 8. Kuat Tekan Karakteristik Beton K₂₂₅

Kode Benda Uji	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan Beton 28 Hari (Kg/cm ²)	Standar Deviasi	Kuat Tekan Karakteristik (Kg/cm ²)	
A	A1	37405,89	225	255,767	24,924	235,505
	A2	39427,83	225	269,592		
	A3	44482,68	225	304,155		
B	B1	38416,86	225	262,679	5,280	255,173
	B2	37911,38	225	259,223		
	B3	39427,83	225	269,592		
C	C1	29318,13	225	200,466	6,913	196,042
	C2	31340,07	225	214,291		
	C3	30329,10	225	207,378		
D	D1	23555,60	225	161,064	44,651	127,008
	D2	27902,77	225	190,788		
	D3	36394,92	225	248,854		



Gambar 3. Grafik Kuat tekan Karakteristik

Berdasarkan Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan kuat tekan karakteristik beton mengalami kenaikan interval 8% pada beton B dengan nilai kuat tekan karakteristik sebesar 255,173 kg/cm² sehingga memenuhi kuat tekan minimum berdasarkan acuan beton A (normal) sebesar 235,505 kg/cm². Sedangkan untuk beton C dengan kuat tekan karakteristik 196,042 kg/cm² terjadi penurunan interval sebesar 17% dan beton D dengan kuat tekan karakteristik 127,008 kg/cm² terjadi penurunan interval kembali. Beton C dan D tidak memenuhi kuat tekan minimum yang dibandingkan

dengan beton A (normal). Hal ini menunjukkan bahwa nilai optimum efektivitas campuran beton menggunakan substitusi limbah beton dan penambahan abu pelepah pisang terjadi pada beton B dimana terdapat 25% limbah beton dan 5% abu pelepah pisang.

Menurut (Junaidi, 2015) hasil pengujian dengan penambahan abu pelepah pisang mengalami kenaikan optimum pada prosentase 15%. Adapun menurut (Purwanto et al., 2022) hasil pengujian dengan penambahan abu pelepah pisang mengalami kenaikan optimum pada prosentase 2%. Namun pada penelitian ini nilai kuat tekan beton tertinggi terdapat pada prosentase 5%.

Pada penelitian terdahulu terjadi perbedaan dari hasil nilai kuat tekannya. Faktor-faktor yang menyebabkan hal ini terjadi yaitu antara lain mutu agregat pada saat di uji belum memenuhi syarat sehingga masih terdapat kadar lumpur didalamnya, campuran air yang memiliki kandungan pH yang berbeda-beda yang berpengaruh pada nilai kuat tekan, kesalahan dalam pemadatan saat beton dimasukkan ke dalam benda uji yang mengakibatkan beton segregasi dan beton menjadi keropos, adapun perbedaan cara dalam proses menjadikan limbah pelepah pisang menjadi abu dengan cara dibakar

atau di oven dikarenakan keduanya memiliki suhu yang berbeda.

Menurut (Soelarso et al., 2016) prosentase nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran limbah beton sebagai substitusi agregat kasar sebesar 25%. Dikarenakan penurunan terendah pada prosentase 25% yaitu sebesar 49,04%. Hal ini berkaitan dengan hasil penelitian yang didapat dengan nilai kuat tekan tertinggi pada substitusi limbah beton prosentase 25%. Penggunaan limbah beton sebagai substitusi agregat kasar membuktikan bahwa adanya kenaikan nilai kuat tekan beton tertinggi sebesar 8% dari beton normal pada umur 28 hari.

4. KESIMPULAN

Maksud dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh substitusi limbah beton sebagai pengganti agregat kasar dan penambahan abu pelepah pisang terhadap nilai kuat tekan, prosentase efektif terhadap penambahan abu pelepah pisang dan dapatkah campuran beton memenuhi syarat sebagai beton struktural. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan substitusi limbah beton terhadap agregat kasar dan penambahan abu pelepah pisang berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Pada penelitian ini beton B (Substitusi Limbah Beton 25%+Penambahan Abu Pelepah Pisang 5%) terjadi peningkatan kuat tekan karakteristik sebesar 8%, namun terjadi penurunan kuat tekan karakteristik untuk beton C (Substitusi Limbah Beton 50%+Penambahan Abu Pelepah Pisang 10%) sebesar 17% dan D (Substitusi Limbah Beton 75%+Penambahan Abu Pelepah Pisang 15%) sebesar 46 % jika dibandingkan dengan beton normal.
2. Nilai kuat tekan karakteristik beton umur 28 hari pada beton B terjadi kenaikan dengan nilai kuat tekan sebesar 255,173 kg/cm² terhadap beton A yang memiliki nilai sebesar 235,505 kg/cm² dan memenuhi kuat tekan minimum berdasarkan acuan beton A (normal). Namun terjadi penurunan pada beton C sebesar 196,042 kg/cm² dan beton D sebesar 127,008 kg/cm² sehingga tidak memenuhi kuat tekan minimum yang dibandingkan dengan beton A. Hal ini menunjukkan bahwa beton campuran pada beton B dapat digunakan sebagai beton struktural.
3. Berdasarkan hasil penelitian prosentase efektif pada penambahan abu pelepah pisang yaitu terjadi pada prosentase 5%. Hasil kuat tekan pada prosentase 5% terhadap penambahan abu pelepah pisang memiliki nilai kuat tekan karakteristik sebesar 255,173 kg/cm² dimana nilai kuat tekan karakteristik beton normal sebesar 235,505 kg/cm².
4. Rata-rata berat massa volume benda uji mengalami kenaikan pada beton B sebesar 2%

namun mengalami penurunan pada beton C sebesar 1% dan beton D sebesar 5% terhadap beton normal. Hal ini terjadi dikarenakan semakin bertambahnya prosentase limbah beton sebagai substitusi agregat kasar maka semakin rendah berat massa volumenya dikarenakan tingkat keausan limbah beton yang lebih rendah terhadap keausan agregat kasar (split). Sehingga semakin banyak limbah beton yang digunakandalam campuran beton maka beton akan semakin ringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinyemi, B. A., & Dai, C. (2020). *Development of banana fibers and wood bottom ash modified cement mortars*. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118041>
- Akinyemi, B. A., Okonkwo, C. E., Alhassan, E. A., & Ajiboye, M. (2019). Durability and strength properties of particle boards from polystyrene-wood wastes. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 21(6), 1541–1549. <https://doi.org/10.1007/S10163-019-00905-6/TABLES/3>
- Arifin, Z., Al-Hikmah, S., Agung, B., & Kanan, W. (2020). METODOLOGI PENELITIAN PENDIDIKAN. *Jurnal Al-Hikmah*, 1(1). <http://alhikmah.stit-alhikmahwk.ac.id/index.php/awk/article/view/16>
- Junaidi, A. (2015). PEMANFAATAN ABU BATANG PISANG SEBAGAI BAHAN TAMBAH UNTUK MENINGKATKAN KUAT TEKAN BETON. *Berkala Teknik*, 5(2), 823.
- Purwanto, H., Adiguna, & Amiwarti. (2022). Pemanfaatan Pelepah Pisang Geda Desa Jejawi Sebagai Bahan Tambah Alternatif Kuat Tekan Beton. *Siklus : Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 58–69. <https://doi.org/10.31849/siklus.v8i1.8613>
- SK SNI T 15-1991-03. (1991). *sk-sni-t-15-1991-03-tata-cara-perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*.
- SNI 03 – 1972 – 1990. (1990). *SNI Metode pengujian slump beton Badan Standar Nasional*.
- SNI 03-1974-1990. (1990). *SNI 03-1974-1990 Metode pengujian kuat tekan beton*.
- SNI 03-2847-2002. (n.d.). *SNI 03-2847-2002 SNI 03-2847-2002*.
- SNI 1974:2011. (2011). *SNI 1974:2011 Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder Badan Standardisasi Nasional*. www.bsn.go.id

- SNI 7394:2008. (2008). *SNI 7394:2008 ata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan.*
- Soelarso, Baehaki, & Fatah Sidik, N. (2016). PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON NORMAL TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS. In *Jurnal Fondasi* (Vol. 5, Issue 2).
- The World Banana Economy, 1985-2002.* (n.d.). Retrieved December 4, 2021, from <https://www.fao.org/3/y5102e/y5102e00.htm>