

## Pengaruh Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton

Maulana Ishaq<sup>1✉</sup>, Rita Nasmirayanti<sup>2</sup>, Asri Yuda Trinanda<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik Universitas Putra Indonesia YPTK Padang  
maulanajunkies17@gmail.com

### Abstract

Concrete is the main material factor in a construction project field that is often used, because concrete has a high compressive strength value so it is very useful for structural buildings to withstand axial forces or compressive forces on the building itself where the structure can be used for the long term. However, along with the increase in construction development in Indonesia, it has a negative impact on the environment around the construction site because with the rampant construction of this building it will trigger environmental pollution due to the remaining concrete waste from the construction project. On this basis, it encourages the author to conduct research by utilizing waste concrete as a substitute for coarse aggregate for the compressive strength of concrete, by reusing the concrete waste will increase the life of the material from the waste itself. In this study, the materials used were tested first, such as; cement density, silt content, water content, specific gravity absorption, wear testing and sieve analysis on aggregates. Then for the concrete mixture using concrete waste with variations of 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of the total weight of coarse aggregate. In this study, the compressive strength at the age of 21 days with a mixture of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% concrete had a compressive strength of 200.92 kg/cm<sup>2</sup>, 188.83 kg/cm<sup>2</sup>, 206, respectively. 96 kg/cm<sup>2</sup>, 177.50 kg/cm<sup>2</sup>, and 179.01 kg/cm<sup>2</sup>. Then experienced an average shrinkage of 9.53 kg/cm<sup>2</sup> at the age of 28 days. The optimum compressive strength is at 50% mixed variation, with a value of 206.96 kg/cm<sup>2</sup> because it has an increase of 3% higher than normal concrete compressive strength with a mixing ratio of 1:2.5:3.5 and a slump value of ±13.25 cm and the dry weight of the concrete is 7.69 kg.

Keywords: Concrete, Compressive Strength, Concrete Waste, Design Life, Shrinkage.

### Abstrak

Beton merupakan faktor bahan utama dalam suatu bidang proyek pembangunan konstruksi yang sering kali digunakan, karena beton memiliki nilai kuat tekan yang tinggi sehingga sangat berguna bagi bangunan-bangunan struktur untuk menahan gaya aksial atau gaya-gaya tekan pada bangunan itu sendiri dimana struktural tersebut bisa digunakan untuk jangka panjang. Namun, seiring dengan meningkatnya pembangunan konstruksi di Indonesia membawa pengaruh negatif terhadap lingkungan sekitar lokasi pembangunan tersebut sebab dengan maraknya pembangunan konstruksi ini akan memicu pencemaran lingkungan akibat limbah-limbah beton yang tersisa dari proyek pembangunan. Atas dasar tersebut mendorong penulis untuk melakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton, dengan memanfaatkan kembali limbah beton tersebut akan menambah umur penggunaan material dari limbah itu sendiri. Dalam penelitian ini material yang digunakan diuji terlebih dahulu seperti; berat jenis semen, kadar lumpur, kadar air, berat jenis penyerapan, pengujian keausan serta analisa saringan pada agregat. Kemudian untuk campuran beton tersebut menggunakan limbah beton dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari berat total agregat kasar. Pada penelitian ini nilai kuat tekan pada umur 21 hari dengan campuran beton 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% memiliki kuat tekan masing-masing 200,92 kg/cm<sup>2</sup>, 188,83 kg/cm<sup>2</sup>, 206,96 kg/cm<sup>2</sup>, 177,50 kg/cm<sup>2</sup>, dan 179,01 kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian mengalami penyusutan rata-rata 9,53 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari. Kuat tekan optimum berada pada variasi campuran 50% yaitu dengan nilai 206,96 kg/cm<sup>2</sup> karena mengalami kenaikan sebanyak 3% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal dengan perbandingan pencampuran 1:2,5:3,5 dan nilai slump ±13,25 cm serta berat kering pada beton tersebut adalah 7,69 kg.

Kata kunci: Beton, Kuat Tekan, Limbah Beton, Umur Rencana, Penyusutan.

© 2021 JCIVIL

### 1. Pendahuluan

Menurut Neville dan Brooks (1987), beton yaitu bahan yang dibuat dari beberapa macam tipe semen, agregat dan juga bahan pozzolan, abu terbang, terak dapur tinggi, serat, sulfur serta yang lainnya[1]. Beton juga merupakan sebagai campuran semen portland atau sembarang semen hidrolik yang lain, agregat halus,

agregat kasar dan air tanpa menggunakan bahan tambahan[2].

Beton juga dipilih sebagai bahan bangunan karena mempunyai kuat tekan yang tinggi[3]. Secara struktural beton juga mempunyai tegangan tekan yang cukup besar, sehingga bermanfaat untuk struktur yang menahan gaya-gaya tekan[4]. Penggunaan beton sebagai bahan konstruksi bangunan semakin marak di

Indonesia karena kebutuhan beton yang terus meningkat baik itu beton siap pakai (Ready Mix) atau beton yang dibuat secara manual dilapangan (Site Mix)[5]. Akan tetapi dalam proses pembuatan tersebut seringkali terjadi beton berlebih sehingga beton tersebut harus dibuang, pembuangan sisa beton ini tentu berpengaruh pada pencemaran lingkungan dan juga berpengaruh pada menurunnya nilai-nilai estetika pada lokasi pembuangan. Maka dari itu solusi terhadap limbah beton tersebut ialah menggunakannya kembali (Reuse) material yang layak pakai kemudian mengolah kembali (Recycle) sisa material yang ada. Berdasarkan pembahasan tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Adapun permasalahan dalam penelitian ini untuk melihat pengaruh limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton dengan metode campuran berbeda. Kemudian apakah dengan limbah pecahan beton yang ditentukan akan menghasilkan kuat tekan beton sesuai dengan yang direncanakan.

## 2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan metode eksperimen di laboratorium Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang tentang pengaruh limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton. Metode penelitian eksperimen termasuk kedalam metode penelitian kuantitatif karena penelitian digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap hasil dengan menggunakan perlakuan yang berbeda.

Menggunakan kembali (Reuse) limbah beton adalah salah satu cara memanfaatkan limbah beton yang ada supaya memiliki nilai guna dan tidak mencemari lingkungan serta memperpanjang umur limbah itu sendiri. Adapun variasi campuran limbah pecahan beton yang digunakan terhadap penelitian ini sebanyak 0%, 25%, 50%, 75% hingga 100% dari berat total agregat kasar[6].

Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa material penyusun beton seperti semen, pasir, kerikil (split), air dan limbah beton berbentuk kubus yang didapatkan dilaboratorium UPI "YPTK" Padang untuk bahan-bahan demi kelancaran proses penelitian. Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian harus diperiksa terlebih dahulu. Hal ini untuk memberikan jaminan material yang akan digunakan pada penelitian dan mempunyai kualitas yang disyaratkan. Kemudian jurnal-jurnal atau penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai data-data untuk dapat dipelajari yang dijadikan studi literatur.

Teknik pengolahan data yang dilakukan berupa analisis data, perbandingan dari tabel atau grafik yang dihasilkan setelah melakukan penelitian pengaruh

limbah pecahan beton sebagai pengganti agregat kasar terhadap kuat tekan beton.

Adapun tahapan penelitian yang digunakan pada penelitian ini seperti yang disajikan pada kerangka penelitian Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan

Berat jenis semen ialah sebuah perbandingan antara massa jenis semen dengan massa jenis air. Berat jenis semen juga merupakan hasil dari perbandingan antara berat benda dengan volume benda[7]. Berat jenis semen juga sangat diperlukan karena mempengaruhi terhadap jumlah pemakaian semen yang digunakan. Berat jenis semen dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan.1

$$BJ \text{ Semen} = \frac{\text{Berat Semen}}{V_2 - V_1} \times BJ \text{ Air} \quad (1)$$

Dimana  $V_1$  dan  $V_2$  adalah volume semen (ml)

Hasil pengujian bahan berdasarkan pemeriksaan berat jenis semen disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Berat Jenis Semen

Pengamatan	$V_1$ (ml) *1	$V_2$ (ml) *2	W (gram) *3	BJ Semen (%) *3/(2-1) x 100
Laboratorium	250	255	25	5,00
Lapangan	40	49	25	2,78
Rata – rata				3,88

Hasil pada Tabel 1 didapatkan dari Bj semen adalah 3,88% dari hasil berat semen dibagi dengan volume semen.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kadar lumpur. Agregat dalam beton menempati volume sebesar  $\pm 3/4$  volume beton yaitu sekitar 60% - 70%, maka untuk mendapatkan beton yang bagus sangat perlu agregat yang bagus juga supaya hasil beton lebih maksimal[8]. Dalam agregat juga terdapat partikel-partikel yang ringan seperti lumpur yang lolos saringan 200 (0,076mm). Kadar lumpur agregat halus dibatasi sebesar  $\leq 5\%$ . Kadar lumpur dapat dihitung menggunakan Persamaan.2

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{\Sigma T/4}{\text{Tinggi Agregat}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana  $\Sigma T$  adalah jumlah  $T_1 + T_2 + T_3 + T_4$  dan  $T$  adalah tinggi lumpur (mm).

Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur Agregat Halus disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Tinggi Lumpur (mm)				Total Tinggi Lumpur *1	Tinggi Agregat (mm) *2	Kadar Lumpur *1/2x 100
T1	T2	T3	T4			
1	0,5	1	1,5	1	60	1,67 %

Hasil kadar lumpur Agregat Halus pada Tabel 2 didapatkan kadar lumpur 1,67% dengan artian agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai material pencampuran beton tanpa harus dicuci karena kadar lumpurnya kecil dari 5%.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan kadar air . Tujuan dari pemeriksaan kadar air yaitu untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam agregat dengan cara melakukan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat terhadap berat agregat kering dalam satuan persen terdapat pada Persamaan.3[9].

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana  $W_1$  adalah berat agregat dilapangan (g) dan  $W_2$  merupakan berat kering agregat (g).

Hasil pemeriksaan kadar air disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Air Agregat Halus

Pengamatan	$W_1$ (gram) *1	$W_2$ (Gram) *2	Kadar Air (%) * (2-1)/1 x 100
Agregat Halus	500	492,4	1,52
Agregat Kasar	500	496,3	0,74

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan. Berat jenis merupakan perbandingan antara berat benda dan berat air pada suhu tertentu dengan volume yang sama. Tujuan dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapan ini ialah untuk mengetahui perbandingan antara berat material dengan air yang dikandungnya serta untuk mengetahui berat jenis pada material tersebut. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat disajikan pada Tabel 4.

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{W_1}{W_1 - (W_3 - W_4)} \quad (4)$$

$$\text{Berat Jenis Kering} = \frac{W_1}{W_2 - (W_3 - W_4)} \quad (5)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana  $W_1$  adalah berat agregat dilapangan (g),  $W_2$  yaitu berat kering agregat (g),  $W_3$  merupakan berat gelas ukur ditambah air dan agregat (g), sedangkan  $W_4$  ialah berat gelas ukur ditambah dengan air (g).

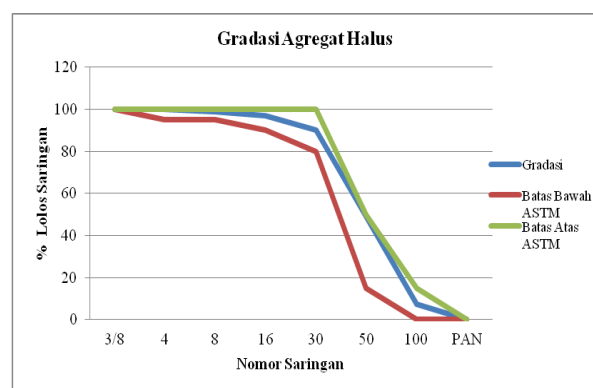
Tabel 4. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Keterangan	Agregat Halus (gram)	Agregat Kasar (gram)
Berat agregat dilapangan (W1)	525	525
Berat agregat yang keluar dari oven (W2)	515	520
Berat gelas ukur + air + agregat (W3)	1.335	1.340
Berat gelas ukur + air (W4)	1.000	1.000
Pengamatan		
Berat jenis SSD (g)	2,76	2,84
Berat Jenis Kering (g)	2,92	2,92
Penyerapan (%)	1,9	0,95

Kemudian dilakukan analisa saringan agregat. Analisa saringan adalah sebuah proses memisahkan butiran agregat menurut ukurannya dengan menggunakan saringan yang terdiri dari beberapa ukuran. Analisa saringan digunakan untuk menentukan presentase berat butiran agregat yang lolos kemudian digambarkan pada persentase kumulatif[10]. Pada penelitian ini analisa saringan menggunakan saringan no. 3/8, 4, 8,16, 30, 50, 100 dan PAN. Tujuan dari analisa saringan agregat adalah untuk menentukan gradasi atau pembagian butir pada agregat halus dengan cara melakukan penyaringan terhadap agregat halus kemudian menimbanginya berdasarkan berat agregat yang tertahan pada setiap saringan. Berikut hasil pengujian analisa saringan pada agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 5 dan grafik analisis disajikan pada Gambar 2.

Tabel 5. Analisa Saringan Agregat Halus

No. Saringan	Berat Tertinggal	Kumulatif Berat Tertinggal*1	% Tertinggal*2 *100 - 3	% lolos *3 *(4-1/4) x 100
3/8	0	0	0	100
4	0,68	0,68	0,14	99,86
8	4,53	5,21	1,04	98,96
16	9,06	14,27	2,86	97,14
30	35	49,27	9,87	90,13
50	205	254,27	50,92	49,08
100	208,79	463,06	92,73	7,26
PAN	36,28	499,34	100	0
Jumlah *4	499,34			



Gambar 2. Analisa Saringan

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 2 analisa saringan dapat disimpulkan bahwa agregat halus tersebut termasuk pada gradasi zona 4 dengan kakasarnya terbilang halus.

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan keausan agregat. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan mesin Los Angeles dengan cara memasukkan agregat kasar kedalam mesin pada berat W kemudian diputar selama 500 kali putaran setelah itu disaring menggunakan beberapa saringan dan untuk agregat yang tertinggal kemudian ditimbang supaya mengetahui keausan dari agregat kasar tersebut. Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar disajikan pada tabel 6.

$$\text{Keausan} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana A merupakan berat awal benda uji (kg) sedangkan B merupakan berat akhir benda uji yang lolos saringan no. 12 (kg).

Tabel 6. Keausan Agregat Kasar

Pengamatan	(W) kg	Keausan (%) *(a-b)/a x 100
A	5	35 %
B	3,25	

Setelah melakukan pemeriksaan serta pengujian terhadap material kemudian dilakukan perencanaan pencampuran beton. Rancangan proporsi campuran beton dapat ditentukan melalui beberapa metode. Hal ini dilakukan supaya campuran beton dapat memenuhi syarat yang berlaku serta ekonomis. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam menentukan proporsi campuran beton yaitu :

- American Concrete Institute (ACI)
- Standar Nasional Indonesia (SNI)

Tabel 6. Proporsi Campuran Beton

Umur Beton	Pesentase Limbah Beton	Banyak Sampel	Semen (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Limbah Beton (Kg)	Air (Kg)
14 Hari	0%	3	5,3	10	13,7	0	3,3
	25%	3	5,3	10	10,3	3,4	3,3
	50%	3	5,3	10	6,8	6,8	3,3
	75%	3	5,3	10	3,4	10,3	3,3
	100%	3	5,3	10	0	13,7	3,3
21 Hari	0%	3	4	9,2	13,7	0	2,5
	25%	3	4	9,2	10,3	3,4	2,5
	50%	3	4	9,2	6,8	6,8	2,5
	75%	3	4	9,2	3,4	10,3	2,5
	100%	3	4	9,2	0	13,7	2,5
Perbandingan Campuran Beton							
14 Hari	0%	3	1	1,9	2,6	0,62	
21 Hari	0%	3	1	2,28	3,42	0,62	

Selanjutnya dilakukan pengujian slump test. Slump Test bertujuan untuk menentukan perbedaan-perbedaan dalam pembuatan beton juga untuk mengetahui kepadatan beton terhadap air rencana. Slump Test yang direkomendasikan yaitu Slump Plastis (Geser) dengan nilai berkisar antara 7,5 cm – 15 cm. Pada pengujian ini terdapat perbedaan nilai slump karena variasi

- Portland Cement Associaton
- Road Note No. 4
- British Standart or Department of Enviroment (DOE)
- Departemen Pekerjaan Umum
- Cara Coba-coba

Dalam penelitian ini perencangan proporsi campuran beton dilakukan dengan panduan Standar Nasional Indonesia (SNI-2000) serta jurnal-jurnal penelitian terdahulu sebagai studi literatur untuk mempermudah dalam pengerjaan penelitian tersebut. Ada 2 macam proposi campuran beton yang digunakan. Pertama Merancang campuran beton untuk umur 21 hari dilakukan berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI-2000) yaitu untuk 1m<sup>3</sup> beton menghasilkan:

- Semen = 330 kg
- Agregat Halus = 754 kg
- Agregat Kasar = 1131 kg
- Air = 190 kg

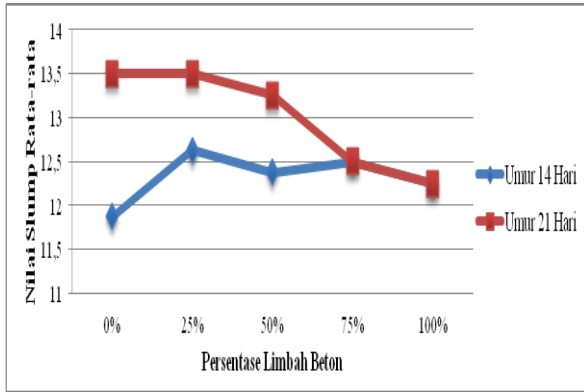
Dari data standar SNI-2000 maka dapat diasumsikan kebutuhan material untuk 3 sampel benda uji kubus yang digunakan pada penelitian. Kemudian yang kedua untuk umur 14 hari menggunakan metode coba-coba yaitu melakukan eksperimen sendiri dengan cara menambahkan bobot material semen dan agregat halus serta air pada proses pencampuran beton dengan agregat kasar tetap sama sesuai dengan SNI-2000. Hasil perencanaan proporsi campuran beton dapat dilihat pada tabel yang disajikan pada tabel 6.

pencampuran limbah beton tersebut dan juga karena perbedaan proporsi campuran beton yang digunakan. Hal ini disebabkan karena limbah beton sebelumnya tidak dilakukan pengujian terhadap kadar air dan juga limbah beton yang digunakan diambil secara acak pada penelitian ini. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 7 dan garifknya disajikan pada Gambar 3.

Tabel 7. Slump Test

Umur Beton	Pesentase Limbah Beton (%)	Banyak Sampel	Slump Test				Rata-rata Slump Test
			T1	T2	T3	T4	

14 Hari	0	3	13,0	12,5	10,0	12,0	11,875
	25	3	14,5	13,0	13,0	10,0	12,625
	50	3	13,0	15,0	11,0	10,5	12,375
	75	3	14,0	13,0	11,0	12,0	12,500
	100	3	11,0	14,0	10,0	14,0	12,250
21 Hari	0	3	13,0	15,5	14,5	11,0	13,500
	25	3	14,5	16,0	14,0	9,5	13,500
	50	3	12,5	15,5	13,0	12,0	13,250
	75	3	15,0	7,0	14,5	13,5	12,500
	100	3	14,0	11,0	14,0	10,0	12,250



Gambar 3. Grafik Slump Test

Pada 7 dan Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai slump berubah-ubah akibat pengaruh pencampuran variasi limbah beton dan nilai slump rata-rata yang dihasilkan pada umur 14 hari yaitu 12,325 cm dengan perbandingan campuran 1:2:2,5 sedangkan pada umur 21 hari rata-rata 13 cm dengan perbandingan campuran beton 1:2,5:3,5.

Setelah pengujian slump test dilakukan kemudian dapat dilakukan perawatan beton. Perawatan beton dilakukan agar beton tidak cepat kehilangan air dan juga untuk menjaga kelembaban suhu pada beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Hasil perawatan disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perawatan Benda Uji

Umur Beton	Pesentase Limbah Beton (%)	Banyak Sampel	Berat Rata-rata (kg)		
			Segar	Basah	Kering
14 Hari	0	3	7,69	7,78	7,76
	25	3	7,58	7,75	7,70
	50	3	7,56	7,75	7,69
	75	3	7,52	7,65	7,60
	100	3	7,42	7,53	7,50
21 Hari	0	3	7,68	7,80	7,71
	25	3	7,70	7,78	7,65
	50	3	7,66	7,70	7,69
	75	3	7,56	7,76	7,71
	100	3	7,33	7,58	7,51

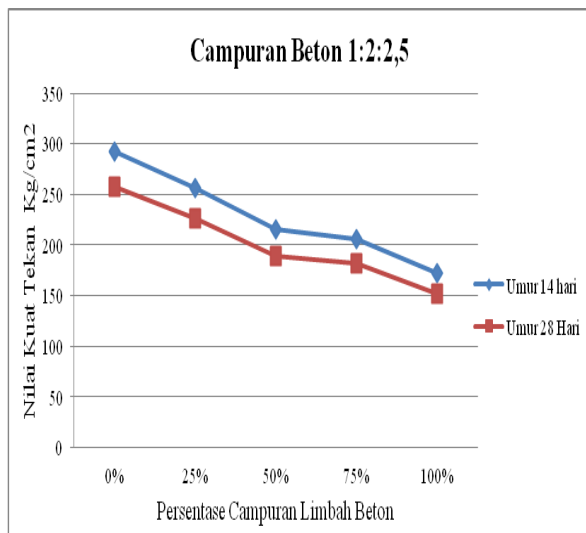
Setelah dilakukan proses perawatan benda uji kemudian dilakukan pengujian kuat tekan supaya untuk mengetahui beban maksimal yang dapat dipikul oleh beton dalam satuan kg/cm<sup>2</sup> apakah beban yang direncanakan sesuai rencana atau tidak berdasarkan Panduan Beton Indonesia (PBI) serta Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \tag{8}$$

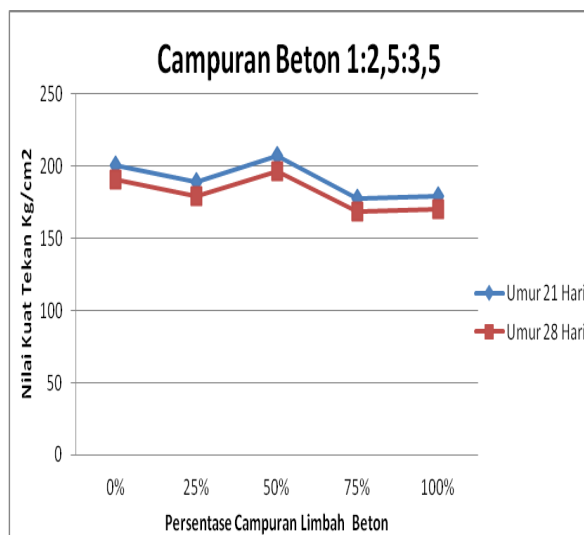
Dimana  $\sigma_c$  adalah nilai kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>), P adalah Beban yang dipikul oleh beton (kg) sedangkan A adalah luas penampang beton (cm<sup>2</sup>). Hasil uji kekuatan disajikan pada Tabel 9 dan grafiknya pada Gambar 4 dan 5.

Tabel 9. Kuat Tekan

Limbah Beton (%)	Banyak Sampel	Beban Rata-rata (Kg) *1	Luas Area (cm <sup>2</sup> ) *2	Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> ) *1/2	Faktor Konversi 28 Hari *(1/2) x K	Faktor Susut (Kg/cm <sup>2</sup> )
Umur 14 Hari						
0	3	65770,7	225	292,31	257,24	35,08
25	3	57783,0	225	256,81	226,00	30,82
50	3	48435,8	225	215,27	189,44	25,83
75	3	46396,4	225	206,21	181,46	24,74
100	3	38748,6	225	172,22	151,55	20,67
Umur 21 Hari						
0	3	45206,7	225	200,92	190,87	10,05
25	3	42487,5	225	188,83	179,39	9,44
50	3	46566,3	225	206,96	196,61	10,35
75	3	39938,3	225	177,50	168,63	8,88
100	3	40278,2	225	179,01	170,06	8,95



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Campuran (1:2:2,5)



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Campuran (1:2,5:3,5)

Pada Gambar 4 dan 5 dapat disimpulkan bahwa nilai Kuat Tekan pada umur 14 hari dengan perbandingan campuran beton 1:2:2,5 memiliki nilai kuat tekan 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% masing-masing 292,31 kg/cm<sup>2</sup>, 256,81 kg/cm<sup>2</sup>, 215,27 kg/cm<sup>2</sup>, 206,21 kg/cm<sup>2</sup>, dan 172,22 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk umur 28 hari nilai kuat tekannya menurun atau menyusut rata-rata 27,43 kg/cm<sup>2</sup> yaitu masing-masing 257 kg/cm<sup>2</sup>, 226 kg/cm<sup>2</sup>, 189,44 kg/cm<sup>2</sup>, 181,46 kg/cm<sup>2</sup> dan 151,55 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan nilai kuat tekan optimum adalah campuran limbah beton 0% atau beton normal 292,31 kg/cm<sup>2</sup>, semakin banyak melakukan pencampuran dengan limbah beton maka nilai kuat tekan beton tersebut akan menurun.

Kemudian nilai kuat tekan pada umur 21 hari dengan perbandingan campuran beton 1:2,5:3,5 memiliki kuat tekan masing-masing 200,92 kg/cm<sup>2</sup>, 188,83 kg/cm<sup>2</sup>, 206,96 kg/cm<sup>2</sup>, 177,50 kg/cm<sup>2</sup>, dan 179,01 kg/cm<sup>2</sup>.

Dan mengalami penyusutan rata-rata 9,53 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 28 hari dengan nilai kuat tekan masing-masing 190,87 kg/cm<sup>2</sup>, 179,39 kg/cm<sup>2</sup>, 196,61 kg/cm<sup>2</sup>, 168,63 kg/cm<sup>2</sup>, dan 170,06 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan kuat tekan optimum berada pada variasi campuran 50% yaitu dengan nilai 206,96 kg/cm<sup>2</sup> karena nilai kuat tekan tersebut lebih tinggi dari beton normal (0%) 200,92 kg/cm<sup>2</sup>, campuran limbah beton tersebut mengalami kenaikan sebanyak 3% dari kuat tekan beton normal. Dari nilai kuat tekan optimum tersebut memperoleh nilai slump yaitu ±13,25 cm dengan berat kering beton 7,69 kg.

Perpengolahan data maka didapatkan nilai slump rata-rata sajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Slump Rata-rata

No	Limbah Beton (%)	Rata-rata Slump Test (cm)	
		Umur 14 Hari	Umur 21 Hari
1	0	11,875	13,5
2	25	12,625	13,5
3	50	12,375	13,25
4	75	12,500	12,50
5	100	12,250	12,25

Dari Tabel 10 didapatkan nilai kuat tekan rata-rata yang telah dikalikan dengan faktor konversi 28 hari seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Kuat Tekan Beton Rata-rata

No	Limbah Beton (%)	Kuat Tekan Rata-rata (Kg/cm <sup>2</sup> )		Nilai Susut (Kg/cm <sup>2</sup> )	
		Umur 14 Hari	Umur 21 Hari	Umur 14	Umur 21
1	0	257,24	190,87	35,08	10,05
2	25	226,00	179,39	30,82	9,44
3	50	189,44	196,61	25,83	10,35
4	75	151,55	168,63	24,74	8,99
5	100	151,55	170,06	20,67	8,95

Berdasarkan Tabel 11 maka nilai kuat tekan beton optimum umur 21 hari berada pada pencampuran limbah beton 50% yaitu 196,61 Kg/cm<sup>2</sup> karena nilai kuat tekan tersebut menghasilkan 3% lebih tinggi dari kuat tekan beton normal dengan perbandingan campuran beton 1:2,5:3,5 dan nilai slump test ±13,25 cm. Faktor susut pada kuat tekan beton umur 21 hari adalah 10,35 Kg/cm<sup>2</sup> dengan pencampuran limbah beton 50%.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan limbah beton sebagai campuran beton dapat dilakukan atau diaplikasikan dilapangan dengan persentase 50% atau setengah dari berat total agregat kasar dengan perbandingan campuran beton 1:2,5:3,5 yaitu dengan nilai kuat tekan pada umur 21 hari sebesar 196,61 kg/cm<sup>2</sup> lebih tinggi 3% dari beton normal dengan nilai 190,87 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil ini dapat dijadikan rekomendasi penggunaan limbah dalam mempengaruhi kekuatan beton sebagai pengganti Agregat Kasar.

## Daftar Rujukan

- [1] Anonim (2018). *Contoh Laporan/Prosedur Pratikum Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*". Helm-Proyeku. Di Upload 16 Januari 2018. [https://helm-proyeku.blogspot.com/2018/01/contoh-laporanprosedur-praktikum\\_71.html](https://helm-proyeku.blogspot.com/2018/01/contoh-laporanprosedur-praktikum_71.html). Diakses 15 April 2021.
- [2] Asroni, A. (2017). *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- [3] Amin (2017). *Cara Pengujian Slump Test*. Kitasipil.com. Diupload 13 April 2017. <https://www.kitasipil.com/2017/04/cara-pengujian-slump-test.html>. Diakses 16 April 2021.
- [4] Basuki, A. (2017). *Bahan Tambah Pada Campuran Beton*. Department of Civil Engineering. Diupload 24 Novemver 2017. <https://sipil.ft.uns.ac.id/?p=853>. Diakses 15 April 2021.
- [5] Fajri, K. (2017). *Pengertian Agregat, Jenis-jenis dan Klasifikasinya (Agregat Halus & Agregat Kasar)*. Data Arsitek. Di Upload 19 Januari 2017. <https://www.dataarsitek.com/2017/01/pengertian-agregat-jenis-dan-klasifikasi-Kasar-Halus.html>. Diakses 13 April 2021.
- [6] Mevia, F. M. (2020). *Berat Jenis Semen – Definisi, Jenis dan Perhitungannya*. Wira. Diupload 01 Desember 2020. <https://wira.co.id/berat-jenis-semen/>. Diakses 15 April 2021.
- [7] Soelarso & Baehaki (2016). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 22-29. doi: 10.36055/jft.v5i2.1254
- [8] Sudarsono, J. (1999). *Struktur Beton*. Semarang: Universitas Semarang.
- [9] Sujatmiko, B. (2019). *Teknologi Beton dan Bahan Bangunan*. Surabaya: Media Sahabat Cendikia.
- [10] Syarif, A., Setyawan, C. & Farida, I. (2016) Analisa Uji Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Batu Bata Merah. *Garut: Jurnal Konstruksi*, 14(1), 46-56.