



Analisis Penggunaan Limbah Serbuk Granit Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Kuat Tekan Beton

Aditya Maulana¹, Achmad Pahrul Rodji², Yonas Prima Arga Rumbyarso³
^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Agustus 18, 2025
Revised Agustus 18, 2025
Accepted Agustus 19, 2025

Kata Kunci:

Agregat Halus,
Beton Normal,
Kuat Tekan Beton,
Limbah Serbuk Granit

Keywords:

Fine Aggregate,
Normal Concrete,
Concrete Compressive
Strength,
Granite Powder Waste

ABSTRAK

Beton merupakan salah satu material struktur yang banyak digunakan pada konstruksi bangunan, jembatan, jalan, dan sebagainya. Pengembangan material beton terus dilakukan, salah satunya melalui inovasi pemanfaatan limbah industri sebagai bahan substitusi agregat, dengan tujuan meningkatkan mutu beton sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai kuat tekan beton dengan memanfaatkan limbah serbuk granit sebagai substitusi sebagian agregat halus sebesar variasi 0%, 9%, dan 13% dengan mutu beton $f'c$ 25 (Mpa) setara k 300. Umur pengujian dilakukan pada 7, 14, dan 28 hari. Penelitian dilaksanakan menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Beton PT. Pionirbeton Industri, Karawang Timur. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton normal tanpa campuran limbah serbuk granit 0% menghasilkan kuat tekan beton sebesar 18,94 Mpa (7 hari), 23,16 Mpa (14 hari), 27,86 Mpa (28 hari). Beton dengan substitusi serbuk granit sebesar 9% menghasilkan kuat tekan beton sebesar 17,93 Mpa (7 hari), 22,06 Mpa (14 hari), dan 22,23 Mpa (28 hari). Sedangkan pada variasi 13% diperoleh kuat tekan beton sebesar 17,05 Mpa (7 hari), 22,08 Mpa (14 hari), dan 22,69 Mpa (28 hari). Berdasarkan hasil tersebut, kuat tekan pada variasi 9% dan 13% menunjukkan penurunan kekuatan. Kesimpulan dengan penambahan limbah serbuk granit sebagai pengganti sebagian agregat halus mempengaruhi turunnya mutu beton yang direncanakan.

ABSTRACT

Concrete is one of the most widely used structural materials in the construction of buildings, bridges, roads, and various other infrastructures. Continuous advancements in concrete technology are being pursued, including innovations through the utilization of industrial waste as an aggregate substitute, aiming to improve concrete quality while reducing environmental impacts. This study aims to analyze the compressive strength of concrete incorporating granite powder waste as a partial replacement for fine aggregates, with variation levels of 0%, 9%, and 13%, targeting a design strength of $f'c$ 25 MPa (equivalent to K-300). Compressive strength tests were conducted at curing ages of 7, 14, and 28 days. The experimental work was carried out at the Concrete Laboratory of PT. Pionirbeton Industri, East Karawang. The average compressive strength of normal concrete without granite powder substitution (0%) was 18.94 MPa (7 days), 23.16 MPa (14 days), and 27.86 MPa (28 days). The 9% granite powder substitution mix achieved compressive strengths of 17.93 MPa (7 days), 22.06 MPa (14 days), and 22.23 MPa (28 days). For the 13% variation, the results were 17.05 MPa (7 days), 22.08 MPa (14 days), and 22.69 MPa (28 days). Based on these findings, both the 9% and 13% substitutions showed a decrease in compressive strength compared to normal concrete. It can be concluded

that the inclusion of granite powder waste as a partial fine aggregate replacement reduces the planned concrete strength.

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author

Aditya Maulana
Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana,
Jakarta, Indonesia
Email: aditmaulana317@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material utama yang banyak diaplikasikan dalam dunia konstruksi, mencakup pembangunan gedung, infrastruktur jalan, jembatan, hingga struktur teknik sipil lainnya. Material ini terbentuk melalui pencampuran homogen antara agregat halus, agregat kasar, atau berbagai jenis agregat lainnya, dengan air, semen portland atau semen hidrolik sejenis, serta bahan tambahan (aditif) yang memiliki karakteristik fisik dan kimia tertentu. Karakter dan performa akhir beton sangat ditentukan oleh sifat masing-masing komponen penyusunnya, termasuk bahan pengganti (substitusi) yang digunakan dalam campuran. Kualitas interaksi kimia yang terjadi antar material sangat berpengaruh terhadap mutu beton yang dihasilkan semakin optimal reaksi antar unsur penyusunnya, maka semakin baik pula sifat mekanis beton tersebut. Beton didefinisikan sebagai campuran dari semen portland atau semen hidrolis lainnya, air, agregat halus dan kasar, serta bahan tambahan (admixture) yang dapat digunakan atau tidak, tergantung kebutuhan [1]. Beton tetap menjadi pilihan utama dalam dunia teknik sipil karena sejumlah keunggulan yang dimilikinya, antara lain kemudahan dalam aplikasi, kekuatan tekan yang tinggi, ketahanan terhadap cuaca, serta efisiensi dari sisi biaya konstruksi dan pemeliharaan jangka panjang. Meski demikian, Beton dikenal memiliki kekuatan tinggi terhadap tekanan, namun kelemahannya terletak pada ketahanan terhadap gaya tarik, sehingga dalam penggunaannya pada struktur bangunan bertulang, diperlukan elemen tulangan baja sebagai penunjang [2].

Material substitusi dalam campuran beton hadir dalam berbagai bentuk fisik, mulai dari serat, bubuk, partikel halus (serbuk), hingga bentuk cairan, dengan performa yang bervariasi tergantung pada jenisnya. Evaluasi atas efektivitas bahan pengganti tersebut dapat dilakukan melalui pengujian sifat mekanik, kimia, maupun termal dari beton yang dihasilkan. Namun demikian, tidak seluruh material substitusi memberikan dampak positif terhadap peningkatan mutu beton. Hal ini bisa disebabkan oleh karakteristik bahan yang kurang sesuai, sehingga terjadi interaksi yang tidak optimal dengan elemen utama pembentuk beton. Selain itu, kadar penggunaan yang melebihi batas optimal juga dapat menimbulkan penurunan kualitas beton secara signifikan, misalnya menurunnya kuat tekan atau daya tahan jangka panjang akibat komposisi yang tidak seimbang.

Granit merupakan salah satu batuan beku intrusif yang terbentuk melalui proses kristalisasi magma di dalam kerak bumi dan didominasi oleh kandungan mineral kuarsa serta feldspar. Selain itu, granit juga mengandung mineral minor seperti biotit, muskovit, hornblende, dan piroksen dalam jumlah kecil. Dalam sektor industri, granit dimanfaatkan secara luas, di antaranya sebagai bahan baku pembuatan lantai granit, batu hias, serta elemen dekoratif bangunan seperti ornamen dinding [3]. Di Indonesia, batu granit tersebar secara merata, terutama di kawasan barat seperti Sumatera, Kalimantan Barat, dan Bangka Belitung [4]. Granit memiliki tekstur kasar, struktur kristalin padat, serta kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan marmer. Sifat fisik tersebut menjadikan granit tahan terhadap aus, abrasi,

dan kerusakan akibat cuaca, serta memiliki kemampuan dalam menahan beban berat, dan meningkatkan durabilitasnya [5].

Inovasi pemanfaatan limbah granit, khususnya dari hasil pemotongan atau pengolahan batu granit, telah berkembang menjadi pendekatan ramah lingkungan dalam konstruksi beton. Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah dengan menjadikan limbah granit sebagai pengganti parsial agregat kasar atau halus. Keunggulan dari pendekatan ini, selain memberikan nilai tambah terhadap limbah yang selama ini terbuang, juga mampu memperkuat sifat mekanik beton, terutama dalam hal kekuatan tekan serta mengurangi ketergantungan terhadap bahan alam yang baru. Limbah granit memiliki tingkat abrasi yang rendah sehingga limbah granit dapat digunakan sebagai substituen parsial agregat halus serta memiliki daya dukung untuk kuat tekan beton sehingga beton dapat memiliki kuat tekan yang tinggi [6].

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di Laboratorium Pioneer Beton Karawang Timur, Jawa Barat. Dengan melakukan percobaan terhadap bahan baku agregat kasar, agregat halus, air, dan semen. Penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan ukuran $\varnothing 15$ cm x 30 cm dengan variasi 0%, 9% dan 13% menggunakan limbah serbuk granit untuk agregat halus dengan umur pengujian selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari setelah lebih dahulu dilakukan perawatan (*curing*) beton dengan cara perendaman benda uji di dalam bak berisi air bersih.

Adapun penelitian ini dilaksanakan secara terstruktur dengan langkah-langkah yang telah disusun sehingga dapat mempermudah pengerjaan penelitian dari pemeriksaan dasar hingga pembuatan benda uji. Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium PT. Pionirbeton Industri Karawang. Seluruh tahap pekerjaan yang telah direncanakan pada penelitian ini telah selesai dilaksanakan. Dimulai dari tahap persiapan bahan dan material, pengujian material, perhitungan campuran beton, pembuatan benda uji sampai dengan pengujian kuat tekan beton, dapat dilaksanakan dengan lancar. Hasil penelitian yang berupa data-data kasar kemudian dianalisis untuk mengetahui hasil penelitian kuat tekan beton yang menggunakan limbah serbuk granit sebagai substitusi sebagian agregat halus sebanyak 0%, 9% dan 13% dengan menggunakan mutu beton yaitu $f'c$ 25 MPa atau setara dengan K-300.

3.2 Karakteristik Material

Pengujian ini mengacu pada ASTM (*American Standard for Testing Material*) Dan SNI (Standar Nasional Indonesia). Adapun tujuan dari pengujian material penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi material yang akan digunakan dalam penelitian.

3.2.1 Agregat Halus (Pasir)

Data hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada tabel – tabel di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Analisis Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Lolos Ayakan		Berat Tertahan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	Jumlah Presentase		Tertahan Kumulatif (%)
SNI (mm)	ASTM			Tertahan (%)	Lolos (%)	
9,52	3/8 in	0	0	0,00%	100%	0,00
4,75	No.4	32	32	2,1	97,9	2,1
2,36	No.8	162	194	12,93	87,07	12,93
1,18	No.16	312	506	33,73	66,27	33,73
0,6	No.30	363	869	57,93	42,07	57,93
0,3	No.50	278	1147	76,47	23,53	76,47
0,15	No.100	265	1412	94,13	5,87	94,13
0,075	No.200	72	1484	98,93	1,07	0
Pan		16	1500	100	0,0	-
Jumlah		1500	1500	100		277,29
Modulus Kehalusan						2,77
Hasil pengujian modulus Kehalusan Agregat Halus (Pasir) sebesar $277/100 = 2,77\%$						
Spesifikasi SNI-S-04-1989-F nilai modulus agregat halus 1,50-3,80						

Pengujian gradasi agregat halus (pasir) dilakukan dengan menggunakan standar ukuran 10 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15; pen. Agregat halus (pasir) untuk bahan menggunakan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi syarat [7]. Hasil dari pengujian gradasi Agregat Halus (Pasir) didapatkan nilai **2,77** sehingga memenuhi syarat SNI-S-04-1989-F yaitu 1,50-3,80.

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (pasir) dapat ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)

Parameter	Satuan	Standar Umum	Target SNI	Test 1	Test 2	Rata – rata
Berat sampel dalam kondisi SSD (S)	gr	-	-	500	500	500

Parameter	Satuan	Standar Umum	Target SNI	Test 1	Test 2	Rata – rata
Berat piknometer + sampel + air (c)	gr	-	-	1556	1553	1554,5
Berat piknometer + air (B)	gr	-	-	1247	1244	1245,5
Berat sampel dalam kondisi kering oven (A)	gr	-	-	487	486	486,5
Berat jenis SSD = $S / (B + S - C)$		2,4 – 3,0	2,4 – 3,0	2,62	2,62	2,62
Berat jenis semu (<i>apparent</i>) = $A / (B + S - C)$	gr/cm ³	-	-	2,55	2,54	2,55
Berat jenis absolut = $A / (A + B - C)$	gr/cm ³	-	-	2,74	2,75	2,74
Daya serap (absorption) $(S - A) / A \cdot 100\%$	%	Maks. 3%	Maks. 3%	2,67%	2,88%	2,78%

Interval untuk berat jenis pasir yaitu antara 2,5 – 2,7 [8]. Dari tabel diatas dilihat bahwa berat jenis permukaan (SSD) pada pasir sebesar **2,62 gr/cm³** sehingga dapat memenuhi.

Hasil pemeriksaan kandungan lumpur pada agregat halus (pasir) dapat ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kandungan Lumpur pada Agregat Halus (Pasir)

Keterangan	Satuan	Standar	Test 1	Test 2	Rata - rata
Berat bahan basah dalam panci (P)	gram (g)	-	1500	-	-
Berat bahan setelah dikeringkan di oven (W2)	gram (g)	-	1441	-	-
Kandungan lumpur	%	Maks. 5%	3,93%	-	-

Kandungan lumpur dihitung dengan rumus :

Nilai kandungan lumpur yang diperoleh adalah **3,93%**, masih di bawah batas maksimum 5%. sehingga dapat memenuhi.

3.2.2 Agregat Halus (Abu Batu)

Data hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada tabel – tabel di bawah ini :

Tabel 4. Hasil Analisis Gradasi Agregat Halus (Abu Batu)

Lolos Ayakan		Berat Tertahan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	Jumlah Presentase		Tertahan Kumulatif (%)
SNI (mm)	ASTM			Tertahan (%)	Lolos (%)	
9,52	3/8 in	0	0	0,00%	100%	0,00
4,75	No.4	74	74	4,9	95,1	4,9
2,36	No.8	286	360	24	76	24

1,18	No.16	342	702	46,8	53	46,8
0,6	No.30	258	960	64	36	64
0,3	No.50	245	1205	80,3	19,67	80,3
0,15	No.100	229	1434	95,6	4,40	95,6
0,075	No.200	40	1474	98,3	1,73	0
Pan		26	1500	100	0,0	-
Jumlah		1500	1500	100		316
Modulus Kehalusan						3,16
Hasil pengujian modulus Kehalusan Agregat Halus (Abu Batu) sebesar $316/100 = 3,16 \%$						
Spesifikasi SNI-S-04-1989-F nilai modulus agregat halus 1,50-3,80						

Pengujian gradasi agregat halus (abu batu) dilakukan dengan menggunakan standar ukuran 10 mm; 4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 0,6 mm; 0,3 mm; 0,15; pen. Agregat halus (abu batu) untuk bahan menggunakan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi syarat [7]. Hasil dari pengujian gradasi Agregat Halus (abu batu) didapatkan nilai 3,16 sehingga memenuhi syarat SNI-S-04-1989-F yaitu 1,50-3,80. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (abu batu) dapat ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini :

Tabel 5 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Abu Batu)

Parameter	Satuan	Standar Umum	Target SNI	Test 1	Test 2	Rata – rata
Berat sampel dalam kondisi SSD (S)	gr	-	-	500	500	500
Berat piknometer + sampel + air (c)	gr	-	-	1560	1550	1556
Berat piknometer + air (B)	gr	-	-	1255	1246	1250
Berat sampel dalam kondisi kering oven (A)	gr	-	-	488	487	486
Berat jenis SSD = $S / (B + S - C)$		2,4 – 3,0	2,4 – 3,0	2,56	2,55	2,56
Berat jenis semu (<i>apparent</i>) = $A / (B + S - C)$	gr/cm ³	-	-	2,50	2,48	2,49
Berat jenis absolut = $A / (A + B - C)$	gr/cm ³	-	-	2,67	2,66	2,66
Daya serap (absorption) $(S - A) / A \cdot 100\%$	%	Maks. 3%	Maks. 3%	2,46%	2,67%	2,56%

Interval untuk berat jenis yaitu antara 2,5 – 2,7 [8]. Dari tabel diatas dilihat bahwa berat jenis permukaan (SSD) pada abu batu sebesar **2,56 gr/cm³** sehingga dapat memenuhi.

Hasil pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus (abu batu) dapat ditunjukkan pada Tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Agregat Halus (Abu Batu)

Keterangan		Unit	Standar	Test 1	Test 2	Rata – rata
Berat bahan dalam panci	P	gr	-	1500	-	-
Berat dari bahan oven kering	W2	gr	-	1445	-	-
Kandungan lumpur	$\frac{P-W2}{P} \cdot 100$	gr	Max. 5%	3,67%	-	-

Nilai kandungan lumpur yang diperoleh adalah **3,67%**, masih di bawah batas maksimum 5%. sehingga dapat memenuhi.

3.2.3 Agregat Kasar (Split)

Agregat kasar yang digunakan pada pengujian ini adalah batu split dengan ukuran maksimum 2,5 cm. Hasil pengujian ayakan dapat ditunjukkan pada Tabel 7 berikut ini :

Tabel 7. Hasil Analisis Gradasi Agregat Kasar (Split)

Lolos Ayakan		Berat Tertahan (gr)	Jumlah Tertahan (gr)	Jumlah Presentase		Tertahan Kumulatif (%)
SNI (mm)	ASTM			Tertahan (%)	Lolos (%)	
37,5	1,1/2 in			0,00%	100%	
25	1 in	38	38	1,52	98,48	1,52
19	3/4 in	774,0	812	32,48	67,52	32,48
12,5	0,5 in	759	1571	62,84	37,16	62,84
9,5	3/8 in	490	2061	82,44	17,56	82,44
4,75	No.4	325	2386	95,44	4,56	95,44
2,36	No.8	102	2488	99,52	0,48	99,52
1,18	No.16	0	2488	99,5	0,48	99,5
0,6	No.30	0	2488	99,5	0,48	99,5
0,3	No.50	0	2488	99,5	0,48	99,5
0,15	No.100	0	2488	99,5	0,48	99,5
0,075	No.200	0	2488	99,5	0,48	0
Pan		12	2500	100		772,24
Jumlah		2500		100		7,7224

Modulus Kehalusan	7,7224
Hasil pengujian modulus Kehalusan Agregat Kasar (Split) sebesar $772,24/100 = 7.7224 \%$	
Spesifikasi SNI-S-04-1989-F nilai modulus Agregat Kasar (Split) 8 %	

Agregat kasar (split) untuk bahan menggunakan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi syarat [7]. Hasil dari pengujian gradasi Agregat kasar (split) didapatkan nilai 7,7224 % sehingga memenuhi syarat SNI-S-04-1989-F yaitu 8%. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan Agregat Kasar (Split) dapat ditunjukkan pada Tabel 8 berikut ini :

Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (Split)

Parameter	Satuan	Standar Umum	Target SNI	Test 1	Test 2	Rata – rata
Berat sampel dalam kondisi SSD (B)	gr	-	-	1193	1070	1131,5
Berat sampel dalam air (C)	gr	-	-	729	653	691
Berat sampel setelah dikeringkan dalam oven (A)	gr	-	-	1162	1040	1101
Berat jenis SSD = B / (B – C)		2,4 – 3,0	2,4 – 3,0	2,57	2,55	2,57
Berat jenis semu (<i>apparent</i>) = A / (B – C)	gr/cm ³	-	-	2,50	2,49	2,50
Berat jenis absolut = A / (A – C)	gr/cm ³	-	-	2,68	2,69	2,69
Daya serap (absorption) (B - A)/A . 100%	%	Maks. 3%	Maks. 3%	2,67%	2,88%	2,77%

Dari tabel di atas Dari tabel di atas bisa dapat bahwa hasil pengujian berat jenis permukaan jenuh (SSD) pada batu split sebesar 2,57 gram, sehingga dapat memenuhi syarat sesuai nilai minimum 2,5% [9]. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Agregat Kasar (Split) dapat ditunjukkan pada Tabel 9 berikut ini :

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pada Agregat Kasar (Split)

Keterangan	Unit	Standar	Test 1	Test 2	Rata – rata	
Berat bahan dalam panci	P	gr	-	2500	-	-
Berat dari bahan oven kering	W2	gr	-	2479	-	-
Kandungan lumpur	$\frac{P-W2}{P} \cdot 100$	gr	Max. 1%	0,84%	-	-

Nilai kandungan lumpur yang diperoleh adalah **0,84%**, masih di bawah batas maksimum 1% sehingga dapat memenuhi.

3.2.4 Air

Hasil pengujian air dalam penelitian dilakukan melalui pengamatan secara visual seperti air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah air yang bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan - bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan [10]. Air yang dimaksud adalah jernih (tidak berwarna) dan tidak berbau, sehingga air layak untuk digunakan sebagai campuran semen.

3.3 Faktor Air Semen

Nilai Faktor Air Semen (FAS) yang lazim diaplikasikan dalam pembuatan beton berada pada kisaran 0,40 hingga 0,65 [11]. Faktor Air Semen atau Water Cement Ratio (w/c ratio) sendiri merupakan rasio antara massa air terhadap massa semen yang digunakan dalam campuran beton.

$$FAS \left(\frac{kg}{l} \right) = \frac{Berat\ Air \left(\frac{kg}{m^3} \right)}{Jumlah\ Semen \left(\frac{l}{m^3} \right)} \dots\dots\dots(4. 1)$$

$$FAS \left(\frac{kg}{l} \right) = \frac{165}{312} \approx 0,53$$

Dengan mutu minimal $f'c = 25$ MPa, maka FAS 0,53 masih dalam batas maksimum SNI 03-2847-2002 yaitu ($\leq 0,55$).

3.4 Mix Design

Mix design dengan rencana slump 12 +/- 2 cm dan kuat tekan rencana $f'c = 25$ Mpa atau setara K-300 adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Mix Design untuk 1 m³

No.	Bahan	Keterangan	Volume	Satuan
1.	Semen	Indocement	312	Kg
2.	Agregat Kasar (Split)	Rumpin	810	Kg
3.	Agregat Halus (Pasir)	Cimalaka	346	Kg
4.	Agregat Halus (Abu Batu)	Purwakarta	642	Kg
5.	Air	Sumur Plant Pioneer	165	Liter

Semua ukuran benda uji tersebut terlebih dahulu dikonversi ke dalam satuan meter untuk memudahkan perhitungan volume total campuran beton yang dibutuhkan secara akurat dalam satuan meter kubik (m³) :

Volume beton untuk benda uji silinder :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 9 \text{ buah} \times \text{volume silinder} \\ &= 9 \text{ buah} \times (\text{luas lingkaran} \times \text{tinggi}) \dots\dots\dots (4. 2) \\ &= 9 \text{ buah} \times (1/4 \times \pi \times d^2 \times t) \\ &= 9 \text{ buah} \times (1/4 \times 3,14 \times 0,15^2 \times 0,3) \\ &= 9 \times 0,0053 = 0,0477 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga didapat proporsi campuran uji 0,0477 m³

Tabel 11. Mix Design Untuk Benda Uji Silinder Beton Normal

Keterangan	Air	Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus	
				Pasir (30%)	Abu Batu (70%)
Setiap 1 m ³	165 liter	312 kg	810 kg	346 kg	642 kg
Setiap 0,0477 m ³	0,0477 m ³ x 165 liter = 7,8705 liter	0,0477 m ³ x 312 kg = 14,8824 kg	0,0477 m ³ x 810 kg = 38,6370 kg	0,0477 m ³ x 346 kg = 16,5042 kg	0,0477 m ³ x 642 kg = 30,6234 kg

Tabel 12. Mix Design Untuk Benda Uji Silinder Beton Variasi 1

Keterangan	Air	Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus		
				Limbah Serbuk Granit (9%)	Pasir (21%)	Abu Batu (70%)
Setiap 1m ³	165 liter	312 kg	810 kg	31,14 kg	314,86 kg	642 kg
Setiap 0,0477 m ³	0,0477 m ³ x 165 liter = 7,8705 liter	0,0477 m ³ x 312 kg = 14,8824 kg	0,0477 m ³ x 810 kg = 38,6370 kg	0,0477 m ³ x 31,14 kg = 1,4854 kg	0,0477 m ³ x 314,86 kg = 15,0188 kg	0,0477 m ³ x 642 kg = 30,6234 kg

Tabel 13. Mix Design Untuk Benda Uji Silinder Beton Variasi 2

Keterangan	Air	Semen	Agregat Kasar	Agregat Halus		
				Limbah Serbuk Granit (13%)	Pasir (17%)	Abu Batu (70%)
Setiap 1m ³	165 liter	312 kg	810 kg	44,98 kg	301,02 kg	642 kg
Setiap 0,0477 m ³	0,0477 m ³ x 165 liter = 7,8705 liter	0,0477 m ³ x 312 kg = 14,8824 kg	0,0477 m ³ x 810 kg = 38,6370 kg	0,0477 m ³ x 44,98 kg = 2,1455 kg	0,0477 m ³ x 301,02 kg = 14,3587 kg	0,0477 m ³ x 642 kg = 30,6234 kg

3.5 Proses Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji ini dirancang untuk evaluasi kuat tekan beton, pembuatan benda uji dibuat dengan cetakan berbentuk silinder berdiameter 15 cm dengan tinggi 30 cm untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang didapat sewaktu pencampuran, agregat kasar terlebih dahulu dimasukkan ke dalam *mixer* (molen) kemudian diikuti dengan kerikil, pasir yang telah dicampur dengan limbah serbuk granit, semen kemudian air.

3.6 Pengujian Slump Test Beton

Pengukuran *slump test* dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan (*workability*) adukan beton. *Workability* adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton (*segregasi*). Pada penelitian ini sudah ditentukan nilai *slump*-nya yaitu 12 +/- 2 cm untuk mutu beton *f'c* 25 (Mpa). Pada penelitian ini didapat hasil *slump test* yaitu 10,5 cm.

3.7 Perawatan Benda Uji Beton

Dalam penelitian ini disiapkan sebanyak 27 sampel uji berbentuk silinder. Setelah melewati tahap pencetakan, benda uji segera dipindahkan ke dalam bak berisi air untuk dilakukan perendaman. Proses perawatan ini diterapkan hingga saat pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

3.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

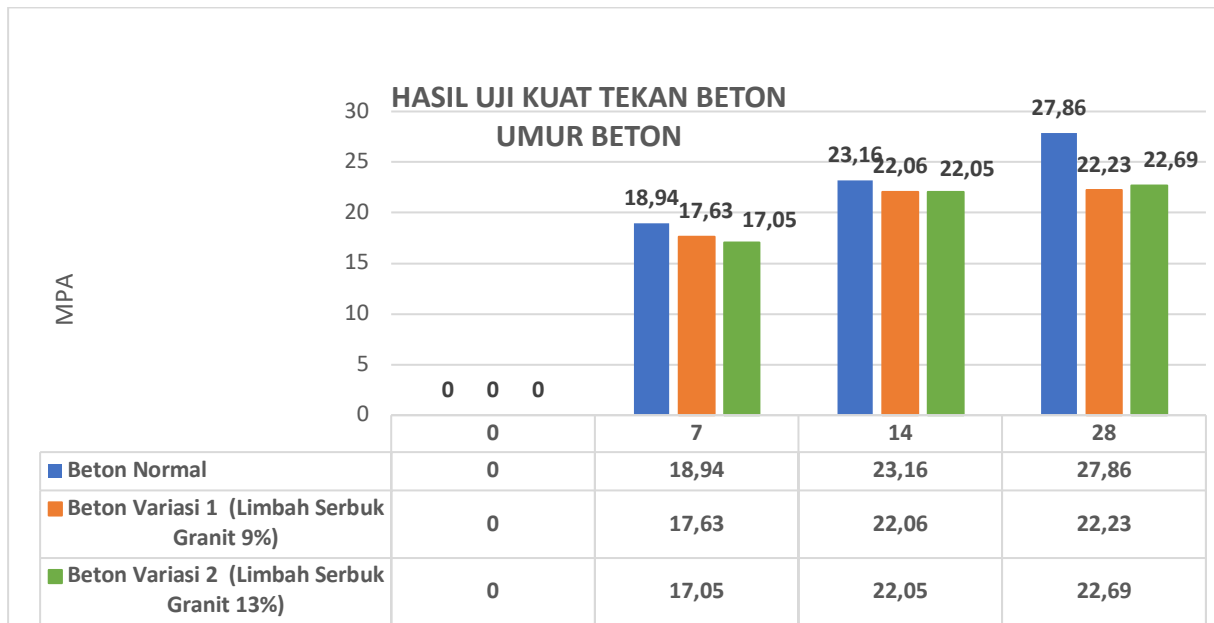
Pengujian kekuatan beton adalah untuk memastikan bahwa beton telah memenuhi spesifikasi kekuatan yang ditetapkan serta untuk mengevaluasi tingkat variasi mutu beton [10]. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton telah mencapai umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, yang merupakan tahapan penting dalam evaluasi mutu dan kinerja beton terhadap beban tekan. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium PT Pioneer Beton, sebuah fasilitas pengujian yang telah memenuhi standar teknis dan dilengkapi dengan peralatan yang sesuai. Dalam proses pengujian, digunakan mesin uji tekan hidrolik yang berfungsi untuk memberikan tekanan secara bertahap hingga benda uji beton mengalami kerusakan atau hancur, sehingga dapat diketahui nilai kuat tekan maksimumnya.

Hasil kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm didapat dari pembacaan pada mesin tes kuat tekan. Data kuat tekan beton silinder dapat dilihat pada Tabel 14

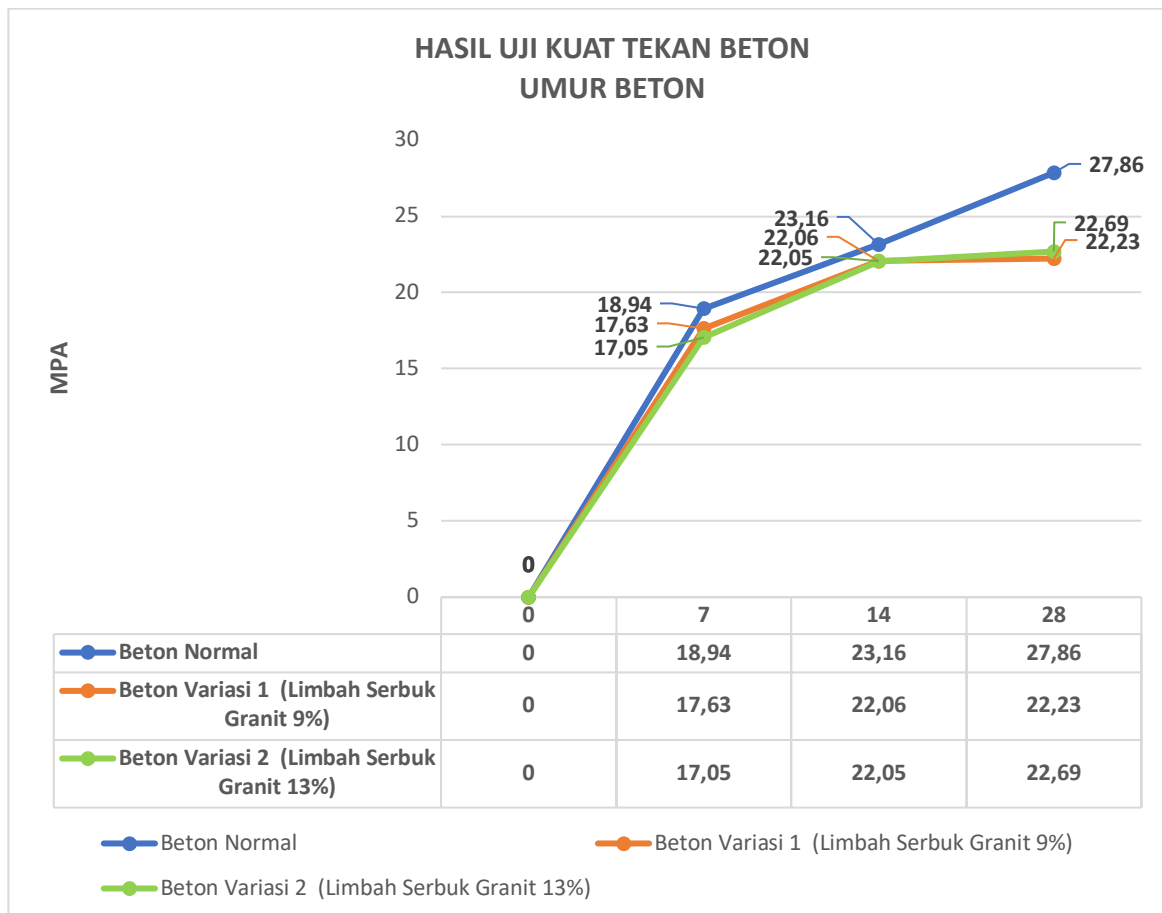
Tabel 14. Hasil Uji Tekan Beton Silinder 15 x 30 cm

Mutu	Berat (kg)	Umur (hari)	Load (KN)	C.Strength (Mpa)	Remark %	Rata – rata (Mpa)	
Kuat Tekan Beton Normal <i>f'c</i> 25 (Mpa)	12,22	7	334,3	18,92	75,7	18,94	
	12,26	7	339,5	19,22	76,9		
	12,22	7	330,0	18,68	74,7		
	23,16	12,34	14	406,0	22,98	91,9	
		12,38	14	409,0	23,15	92,6	
		12,34	14	412,5	23,35	93,4	
		27,86	12,36	28	501,3	28,38	113,5
			12,32	28	483,7	27,38	109,5
			12,40	28	491,4	27,82	111,3
Kuat Tekan Beton Variasi 1 <i>f'c</i> 25 (Mpa) (9% Limbah)	12,20	7	309,9	17,54	70,2	17,63	
	12,32	7	317,6	17,98	71,9		
	12,30	7	306,9	17,37	69,5		
	22,06	12,40	14	396,6	22,45	89,8	
		12,36	14	385,4	21,82	87,3	

Mutu	Berat (kg)	Umur (hari)	Load (KN)	C.Strength (Mpa)	Remark %	Rata – rata (Mpa)
Granit + 91% Agregat Halus)	12,34	14	387,1	21,91	87,7	22,23
	12,38	28	390,1	22,08	88,3	
	12,26	28	395,3	22,38	89,5	
	12,52	28	392,7	22,23	88,9	
	12,32	7	306,9	17,37	69,5	
12,22	7	283,2	16,03	64,1		
12,32	7	313,7	17,76	71,0		
Kuat Tekan Beton Variasi 2 f'c 25 (Mpa) (13% Limbah Granit + 87% Agregat Halus)	12,30	14	377,7	21,38	85,5	22,05
	12,38	14	387,1	21,91	87,7	
	12,40	14	405,6	22,96	91,8	
	12,52	28	401,7	22,74	91,0	
	12,36	28	396,6	22,45	89,8	22,69
	12,58	28	404,3	22,89	91,5	



Gambar 2. Diagram Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal, Variasi 1 (Limbah Serbuk Granit 9%), Variasi 2 (Limbah Serbuk Granit 13%) Pada Umur Beton 7 , 14 , 28 Hari



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal, Variasi 1 (Limbah Serbuk Granit 9%), Variasi 2 (Limbah Serbuk Granit 13%) Pada Umur Beton 7 , 14 , 28 Hari

Apabila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan campuran limbah serbuk granit sebagai pengganti sebagian agregat halus pada umur 28 hari, maka terjadinya penurunan sebesar :

1. Beton menggunakan 9% limbah serbuk granit + 91% agregat halus
Umur 28 hari = $\frac{25-22,23}{25} \cdot 100\% = 11,08\%$ (Penurunan)
2. Beton menggunakan 13% limbah serbuk granit + 87% agregat halus
Umur 28 hari = $\frac{25-22,69}{25} \cdot 100\% = 9,24\%$ (Penurunan)

Hasil rata – rata kuat tekan beton normal pada umur 28 hari memiliki kekuatan sebesar 27,86 Mpa, sudah melebihi hasil kuat tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 25 Mpa, sedangkan rata – rata kuat tekan beton dengan menggunakan limbah serbuk granit sebanyak variasi 9% dan 13 % pada umur 28 hari yaitu 22,23 Mpa dan 22,69 Mpa, maka dapat diambil kesimpulan dengan penambahan limbah serbuk granit sebagai pengganti sebagian agregat halus mempengaruhi turunya mutu beton yang direncanakan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian kuat tekan beton normal tanpa penambahan limbah serbuk granit 0% dengan mutu beton yang di rencanakan sebesar $f'c$ 25(MPa), diperoleh rata-rata kuat tekan beton pada umur 7 hari sebesar 18,94 MPa, untuk 14 hari sebesar 23,16 MPa, untuk 28 hari sebesar 27,86 MPa. Dengan membandingkan hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan mutu beton yang direncanakan, diperoleh nilai sebesar 27,86 MPa yang melebihi target 25 MPa. Hal ini dapat disimpulkan, bahwa kuat tekan beton yang direncanakan berhasil tercapai.

Berdasarkan hasil analisis pengujian kuat tekan beton dalam penggunaan limbah serbuk granit sebagai pengganti sebagian agregat halus untuk variasi 9% dengan mutu beton yang di rencanakan sebesar $f'c$ 25 (MPa), diperoleh rata rata kuat tekan beton untuk umur 7 hari sebesar 17,63 MPa, untuk 14 hari sebesar 22,06 MPa, dan untuk 28 hari sebesar 22,23 MPa. Dengan membandingkan hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan mutu beton yang direncanakan, diperoleh nilai sebesar 22,23 MPa masih berada di bawah target 25 MPa. Hal ini dapat disimpulkan, bahwa kuat tekan beton yang direncanakan belum tercapai pada variasi 9%.

Berdasarkan hasil analisis pengujian kuat tekan beton dalam penggunaan limbah serbuk granit sebagai pengganti sebagian agregat halus untuk variasi 13% dengan mutu beton yang di rencanakan sebesar $f'c$ 25 (MPa), diperoleh rata-rata kuat tekan beton untuk umur 7 hari adalah sebesar 17,05 MPa, untuk 14 Hari adalah sebesar 22,05 MPa, dan untuk 28 hari adalah sebesar 22,69 MPa. Dengan membandingkan hasil uji kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan mutu beton yang direncanakan, diperoleh nilai sebesar 22,69 MPa masih berada di bawah target 25 MPa. Hal ini dapat disimpulkan, bahwa kuat tekan beton yang direncanakan belum tercapai pada variasi 13%.

REFERENSI

- [1] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. Jakarta: BSN.
- [2] Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). London: Pearson Education Limited
- [3] Bayrak, A., & Yilmaz, A. (2014). Use of granite waste as replacement of sand in concrete production. *Construction and Building Materials*, 37, 20–25.
- [4] Ensiklopedia Pelajar dan Umum. (2015). Jakarta: PT Citra Aditya Bakti.
- [5] IlmuGeografi.com. (2025). Karakteristik dan Manfaat Batu Granit. Diakses dari <https://ilmugeografi.com>
- [6] Wahyu Hudha Prasetya, Seno Darma Setyawan, & Claudia Stefani Santosa. (2019). Inovasi High Early Strength Concrete Dengan Pemanfaatan Limbah Batu Granit, Cangkang Kerang dan Fly Ash. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil.

- [7] Badan Standardisasi Nasional. (1989). *SNI-S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan*. Jakarta: BSN.
- [8] Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1970-2008: Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*. Jakarta: BSN.
- [9] Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 03-1969-2008: Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Jakarta: BSN.
- [10] Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- [11] Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.