

PENGARUH PENAMBAHAN BATU GRANIT DAN RAMBUT SEBAGAI FILLER TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON

Mardiaman¹, Ahmad Fadly², Indriasari³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa

Email: mardi240967@gmail.com

² Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Tama Jagakarsa

Email: afadhli888@gmail.com

² Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana

Email: indriasari@unkris.ac.id

Masuk:23-03-2022, revisi: 29-04-2022, diterima untuk diterbitkan: 28-06-2022

ABSTRAK

Beton adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air, semen, dan dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan lain. Penelitian ini menggunakan campuran beton dengan limbah rambut dan granit, dimana jumlah limbah rambut yang dihasilkan setiap harinya dari ribuan pangkas rambut di Indonesia meningkat pesat. Inovasi limbah pecahan granit dalam pembangunan gedung ini adalah dengan memanfaatkan limbah pecahan granit sisa konstruksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan granit dan rambut sebagai filler terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton. Waktu dalam penelitian ini selama 35 hari diuji untuk beton berumur 7,14,21,28, dan 28 hari. Dengan variasi 0%, 2,5%; 7,5%; 12,5%; 17,5% dan 22,5%. Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton campuran pada pengujian beton umur 35 hari untuk beton normal adalah 321,1 kg/cm² sedangkan untuk beton campuran adalah 305,7 kg/cm². Untuk hasil perbandingan kuat lentur beton normal dengan beton campuran pada pengujian beton umur 35 hari untuk beton normal adalah 32 kg/cm² sedangkan untuk beton campuran sebesar 31,3 kg/cm². Ternyata kuat tekan dan lentur beton dengan menambah granit dan rambut dengan variasi tertentu ke dalam campuran masih lebih rendah dari kubeton normal

Kata Kunci: Filler; Granit; Kuat Lentur; Kuat Tekan; Rambut.

ABSTRACT

Concrete is a mixture consisting of fine aggregate, coarse aggregate, water, cement, and with or without other additives. This research uses a mixture of concrete with hair waste and granite, where the amount of hair waste produced every day from thousands of barbershops in Indonesia is increasing rapidly. The innovation of granite shard waste in the construction of this building is to utilize the waste of granite shards leftover from construction. This study aimed to determine the effect of using granite and hair as a filler on the compressive strength of concrete and the flexural strength of concrete. The time in this study for 35 days was tested for concrete aged 7,14,21,28 and 28 days. With a variation of 0%, 2.5%; 7.5%; 12.5%; 17.5% and 22.5%. The results of this study found that comparing the compressive strength of normal concrete with mixed concrete in the 35-day old concrete test for normal concrete was 321.1 kg/cm² while for mixed concrete was 305.7 kg/cm². For comparing the flexural strength of normal concrete with mixed concrete in the 35-day old concrete test, for normal concrete, it is 32 kg/cm², while for mixed concrete, it is 31.3 kg/cm². It turns out that the compressive and flexural strength of concrete by adding granite and hair with certain variations to the mixture is still lower than normal concrete

Keywords: Filler; granite; flexure; compressive strength; hair

1. PENDAHULUAN

Banyak limbah bahan yang dapat digunakan sebagai campuran beton. Pencampuran bahan ini dapat menaikkan dan menurunkan kuat tekan dan lentur beton. rambut terdapat dalam lingkungan yang berasal dari potongan rambut. Potongan rambut dapat dicoba digunakan untuk bahan campuran pembuatan beton. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh beberapa peneliti telah membuktikan kejadian di atas, (Hendrik, 2017).

Batu granit banyak dipakai untuk batu hias, lantai, ornamen dinding. Granit memiliki karakteristik berbutir kasar, padat, lebih keras dari marmer. Karena granit padat maka bahan ini

tahan terhadap erosi dan abrasi, mampu menahan beban yang berat, lebih kedap, awet, dan tahan terhadap pelapukan. Inovasi dari limbah pecahan granit sebagai *filler* dalam campuran beton dapat memberi nilai tambah.

Beton merupakan campuran dari agregat halus, agregat kasar, air, semen, dan dengan atau tanpa menggunakan zat-zat tambahan lainnya, Tampubolon, S. P. (2022). Kekuatan beton dipengaruhi oleh bahan campurannya. Pencampuran disarankan apabila dapat meningkatkan kuat tekan, tarik dan lentur beton. Peneliti telah banyak melakukan pencampuran material untuk beton. rice husk ash and fly ash (Amin & Abdelsalam, 2019; Mardiaman & Dewita, 2022), serbuk kaca (Baktiar & Lubis, 2021), fly ash (Singh, 2016), serat bendrat dan abu sekam (Prayitno et al., 2016), limbah sisa penyaringan minyak kelapa sawit (Garcya et al., 2018), pecahan kaca dan fiber optik (Ikhsan et al., 2016), serat bambu (Kavitha & Kala, 2016), *coconut shell* (Kambli, 2014), silica foam (Putri et al., 2021), stone ash dan coconut fiber (Mardiaman, 2020), kapur (Arman & Saputra, 2015), pecahan gelas (Ikhsan et al., 2016), superplastisizer (Kusnadi & Sulistyorini, 2011)

Sementara itu untuk penelitian terkait batu granit sudah dilakukan oleh (Hadi, 2020). Hasil penambahan batu granit sebagai agregat kasar sebesar 0%, 8%, 10%, dan 12% menggantikan sebagian agregat kasar secara berturut turut 26,09 MPa, 24,58 MPa, 22,69 MPa, dan 21,28 MPa. semakin tinggi persentase penambahan batu granit maka kuat tekan beton semakin menurun dan semua hasilnya lebih rendah dari beton normal. Sementara itu yang terkait dengan penambahan lateks dan serar ramut menginformasikan bahwa kuat tekan beton berkurang sebesar 0,94% dari beton normal dengan menambah variasi lateks 0.75% dan serat rambut 2%, namun kuat tariknya meningkat sebesar 32.81% dari beton normal (Hendrik, 2017). Lebih jauh bahwa pemakaian bahan batu granit juga mempengaruhi kuat tekan beton dan porositas beton berpori untuk bahan penutup halaman (Dwita et al., 2017)

Naik turunnya kuat tekan dan lentur bergantung pada bahan dan komposisi campuran. Oleh karena itu menarik untuk mengetahui penambahan granit dan rambut. Penelitian ini mencoba untuk menambahkan batu granit dan rambut secara bersama sama. Tujuan penelitian mengetahui pengaruh penggunaan batu granit dan rambut terhadap kuat tekan beton, kuat lentur beton dengan berbagai variasi sehingga dapat dilihat apakah hasilnya lebih kuat atau lemah dari beton normal. Diharapkan dengan diketahui hasilnya maka rekomendasi penggunaan granit dan rambut secara bersamaan dapat diketahui.

1.1. Pengertian Beton

Beton normal terdiri dari campuran semen, pasir, kerikil, dan air. Untuk mendapatkan mutu yang baik maka upaya penambahan bahan tambahan perlu dilakukan (Hadi, 2020), Tabel 1 menjelaskan jenis beton berdasarkan mutunya.

Tabel 1 Jenis beton berdasarkan mutu

Mutu beton	F_c' (Mpa)	σ_{bk}'	Uraian
tinggi	35-65	K ₄₀₀ -K ₈₀₀	Umumnya prategang sebagai tiang pancang, gelagar, pelat dan sejenisnya.
Sedang	20 -< 35	K ₂₅₀ -K ₄₀₀	Umumnya untuk beton bertulang: pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb beton percetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan

Rendah	15 - < 20	K ₁₇₅ -K ₂₅₀	Umumnya untuk struktur beton tanpa tulangan: beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong, diisi adukan pasangan batu.
	10 - < 15	K ₁₂₅ -K ₁₇₅	Sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

Sumber : (Nji L. T., 2018)

1.2. Karakteristik Beton

Sifat beton yaitu: kemudahan pengerjaan, kedap air, kekuatan dan tahan lama (*durability*). Tabel 2 menjelaskan nilai slump beton menurut jenis konstruksi yang diterapkan. Slump tertinggi diperuntukkan pada konstruksi struktur dan terendah untuk beton masal.

Tabel 2 Penentuan Nilai Slump

Jenis Konstruksi	slump (mm)	
	maks	min
Dinding penahan dan pondasi	76,2	25,4
Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding sub struktur	76,2	25,4
Balok dan dinding beton	101,6	25,4
Kolom struktur	101,6	25,4
Perkerasan dan slab	76,2	25,4
Beton masal	50,8	25,4

Sumber : ACI 211.1-91

1.3. Agregat Halus

- berbut tajam dan keras. tidak mudah pecah, hancur oleh pengaruh cuaca.
- Kandungan lumpur kurang dari 5%, lolos ayakan 0,063 mm. Jika kadar lumpur melewati 5%, maka agregat harus dicuci.

1.4. Agregat Kasar

a. Syarat Fisik

- Kadar lumpur paling tinggi 1%
- Bagian yang hancur jika diuji dengan *Los Angles*, $\leq 27\%$.
- Besar butir agregat maksimum, tidak melebihi 1/5 jarak terkecil bidang samping dari cetakan, 1/3 tebal pelat atau 3/4 dari jarak bersih minimum tulangan.
- Kekerasan dengan bejana Rudeloff, tidak boleh ada bagian hancur lolos ayakan 2 mm lebih dari 16% berat.
- Bagian butir yang panjang dan pipih, berat maksimum 20%, terutama beton bermutu tinggi.

b. Syarat Kimia

- Kekekalan terhadap Na₂SO₄ bagian yang hancur, berat maksimum 12% dari berat, dan kekekalan terhadap MgSO₄ bagian yang hancur, maksimum 18%.
- Kemampuan bereaksi terhadap alkali harus negatif sehingga tidak berbahaya.

Tabel 3 Persyaratan batas-batas susunan butir agregat kasar.

Ukuran ayakan (mm)	% berat yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal		
	38-4,76	19,0-4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	-
19,0	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Sumber : (SNI 03-2834-2000)

1.5. Air

Persyaratan air dalam campuran beton adalah:

- a. Air tidak boleh mengandung lumpur (benda-benda melayang lain) lebih dari 2 gram/liter
 - Air tidak boleh mengandung garam_garam yang dapat merusak beton
 - Air tidak boleh mengandung CH lebih dari 0,5 liter
 - Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/ liter

1.6. Semen

Ada banyak bahan kimia dan material yang terkandung dalam bubuk semen, setiap kandungan bahan tertentu mempengaruhi kualitas semen. Secara umum, semen adalah bubuk abu-abu gelap yang terbuat dari kapur (CaO), Silika (SiO₂), Alumina (AL₂O₃), Iron Oxide (Fe₂O₃), Magnesium Oksida (MgO), Sulfur Trioxide (SO₃), dan Alkali (K₂O). Selain itu semen memiliki sifat fisik yaitu pengikat dan pengerasan, ketahanan terhadap sulfat dan asam, kehalusan, dan panas hidrasi.

2 (dua) jenis semen pembuatan beton, yaitu: 1) semen PCC (*portland cement composite*) dan 2) semen OPC (*ordinary portland cement*)

- Semen PCC banyak dipakai pada bidang konstruksi. memiliki komposisi bahan 70-90% clinker olahan dari batu kapur, pasir silika, pasir besi, dan lempung. Semen PCC mengandung 3 unsur utama yaitu: semen portland, gips dan bahan anorganik, bisa lebih dari satu macam bahan anorganik seperti terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzolan, senyawa silikat, batu kapur
- Semen OPC (*Ordinary Portland Cement*): Menurut SNI 15-0302-2004 Semen portland sebagai semen hidrolis, dihasilkan dengan menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Jenis-jenis semen portland pada SNI 15-2049-2004 dikelompokkan berdasar penggunaannya.

Tabel 4 Jenis-Jenis Semen

Tipe I	Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain
Tipe II	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau panas hidrasi sedang
Tipe III	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahanan permulaan setelah pengikatan terjadi
Tipe IV	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi rendah
Tipe V	Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat

Sumber: SNI 15-0302-2004

1.7. Batu Granit

Berwarna cerah, berbutir kasar, tersusun atas kuarsa sebesar 10-50% dari kandungan total mineral felseik dan mineral *alkali feldspar* sebanyak 65-90%. Sifat Fisik penampilan: cantik dan tersedia dalam banyak warna dan bentuk, daya tahan: bisa bertahan selama bertahun-tahun, tahanan panas: tidak disarankan untuk suhu tinggi, tahanan noda: memiliki ketahanan noda dan dapat membersihkan noda, tahanan gores: termasuk yang paling keras pada skalanya.

Sifat kimia batu granit yaitu:

- SiO₂ 72,04% (silika); Al₂O₃ 14,42% (alumina); K₂O 4,12%; Na₂O 3,69%; CaO 1,82%; FeO 1,68%; Fe₂O₃ 1,22%; MgO 0,71%; TiO₂ 0,30%; P₂O₅ 0,12%; MnO 0,05%.
- Memiliki komposisi kimia dengan kadar silika ± 50-70%, pada suatu tubuh pegmatit kadar silika bisa mencapai 100%. Komposisi mineral utama adalah mineral kuarsa, *alkali feldspar*, *plagioklas*, *piroksen*, *hornblende*, *biotit*, *muskovit*, *turmalin*.

1.8. Rambut

Kandungan kimia rambut: protein keratin yang terdiri dari 18 jenis asam amino, pigmen melanin (3% dari total), elemen kecil (besi, mangan, kalsium, magnesium, seng, dan tembaga selain komponen anorganik seperti fosfor dan silikon), dan lemak (1-9%), contoh: squalane, monogliserida, digliserida, trigliserida, asam lemak bebas, kolesterol, ester kolesterol, dan ester lemak).

1.9. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan menyatakan besar beban per satuan luas. Dengan kuat ini benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Kekuatan beton ditentukan oleh rasio antara agregat kasar, halus, *hidrasi* semen dengan air sebagai bahan pengikat dalam beton. Perbandingan air terhadap semen (w/c) merupakan faktor utama dalam penentuan kekuatan beton.

Perhitungan kuat tekan:

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

f_c' = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

1.10. Kuat Lentur Beton

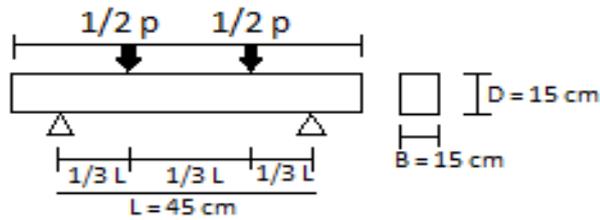
berdasarkan SNI 03-2847-2002 bahwa beton dengan beban normal tanpa tulangan. Nilai modulus keruntuhan didapat:

$$f_r = 0,7x\sqrt{f_c'} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

f_r = Modulus keruntuhan/kuat lentur batas (MPa)

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)



Gambar 1 Pengujian Kuat Lentur

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai 06 Sep-31 Okt 2021 di PT Waskita Beton menggunakan metode eksperimen. Uji beton dilakukan untuk umur uji 7, 14, 21, 28 dan 35 hari. Jumlah benda uji beton masing-masing sebanyak 5. Jadi jumlah benda uji sebanyak 30 untuk uji tekan. Sementara untuk benda uji lentur adalah 30, masing-masing 5 untuk uji hari ke 7, 14, 21, 28 dan 35. Benda uji untuk kuat tekan silinder berukuran diameter 15 dan tinggi 30 cm dan kuat lentur dengan silinder berukuran 15x15x60 cm. Pasir yang digunakan diambil dari Jambi.



Cetakan Silinder



Cetakan Balok



Cetakan Slump

Gambar 2. Cetakan untuk uji tekan, Tarik dan slump

Tabel 5 menjelaskan kode dan jumlah sampel benda uji kuat tekan. Pemberian kode untuk mencegah terjadinya kekeliruan dalam melakukan uji baik tekan dan tarik. Kode G + R 2,5% berarti bahwa G sebanyak 1,25% dan R sebanyak 1,25%. Jadi masing-masing persentase R dan G setengah dari persentase total.

Tabel 5 Kode Benda Uji

No.	Kode	Jumlah benda uji	Keterangan
1	N	5	beton normal tanpa bahan tambah
2	G+R 2,5%	5	penambahan granit dan rambut 2,5%
3	G+R 7,5%	5	penambahan granit dan rambut 7,5%
4	G+R 12,5%	5	penambahan granit dan rambut 12,5%
5	G+R 17,5%	5	penambahan granit dan rambut 17,5%
6	G+R 22,5%	5	penambahan granit dan rambut 22,5%

G= granit

R = rambut

Tabel 6 menjelaskan nilai slump dan kebutuhan bahan campuran, kepadatan dan factor air semen (w/c). Perbandingan faktor air semen yang minimal dan cukup dalam memberikan workabilitas tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan.

Tabel 6. Kebutuhan bahan campuran beton untuk 1 m³ beton mutu K-300

%	Slump cm	Semen kg	Split kg	Rambut kg	Pasir kg	Granit kg	Air kg	Density Kg/m ³	w/c
2,5	12 ± 2	327	1031	4,19	697	4,19	180	2243	0,551
7,5	12 ± 2	310	1031	12,56	697	12,56	180	2243	0,581
12,5	12 ± 2	293	1031	20,94	697	20,94	180	2243	0,614
17,5	12 ± 2	276	1031	29,31	697	29,31	180	2243	0,651
22,5	12 ± 2	260	1031	37,69	697	37,69	180	2243	0,693

W = water

C = cement

- Peralatan uji agregat: saringan/ayakan, timbangan, gelas ukur, tabung silinder, mesin penggetar, dan oven.
- Peralatan pembuatan benda uji: ember dan napan, *concrete mixer*, cetakan kubus, kuas dan palu karet, jangka sorong.
- Peralatan uji benda uji: kerucut Abrams, batang penumbuk dan mistar, *universal testing machine*.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Hasil

Uji agregat halus berupa pasir dilakukan supaya memenuhi syarat. Uji dilakukan untuk menentukan syarat batas dari kadar organik, lolos saringan, berat jenis, penyerapan, berat volume, kadar air, kadar lumpur dan kandungan tanah liat. Tabel 7 memperlihatkan bahwa semua uji yang dilakukian telah memenuhi persyaratan

Tabel 7. Uji Agregat Halus

Jenis uji	Metode uji	Syarat batas		Status
		Hasil uji	Maks	
Kadar organik	ASTM C 40, SNI 2816:2014	No.3 2,80	Maks. No.3 FM=2,30 s/d 3,10	Memenuhi
Analisa saringan	ASTM C 136, SNI 1968:2010	In of limits	Grafik = in of limits	Memenuhi
Berat jenis SSD	ASTM C 128, SNI 1970:2008	2,56	min. 2,4	Memenuhi
Penyerapan	ASTM C 128, SNI 1970:2008	1,11%	Maks.4%	Memenuhi
Berat volume	ASTM C 29, SNI 03-4804-1998	1502,53	min. 1200 kg/m ³	Memenuhi
Kadar air	ASTM C 566, SNI 1971:2011	8,55%	Tidak bersyarat	
Kadar lumpur	ASTM C 117, SNI 03-4142-1996	1,54%	3% (beton terabrasi) 5% (beton tidak terabrasi)	Memenuhi
Tanah liat	ASTM C 142, SNI 4141:2015	0,24%	Maks. 3%	Memenuhi

Tabel 8 menyajikan bahwa hasil pengujian agregat halus tentang gradasi, berat jenis SSD, penyerapan, fine modulus, berat isi, dan kandungan organik. Agregat kasar merupakan jenis batuan pecah alami yang memiliki ukuran maksimum 2,5 cm.

Tabel 8. Hasil Uji Agregat Kasar

Jenis uji	Referensi metode uji	Hasil uji	Syarat batas	Status
saringan 5-10 mm	ASTM C 136, SNI 1968:2010	6,30	FM= 6.10 s/d 6.70	memenuhi
		In of limits	Grafik = in of limits	
Berat jenis SSD	ASTM C 127, SNI 1969:2008	2,44	Min. 2.4	memenuhi
Penyerapan	ASTM C 127, SNI 1969:2008	5,06%	Maks. 2.4	memenuhi
Berat volume	ASTM C 29, SNI 03-4804-1998	1394,78	Min. 1200 kg/m ³	memenuhi
Kadar air	ASTM C 556, SNI 1971:2011	5,09%	Tidak bersyarat	-
Kadar lumpur	ASTM C 117, SNI 03-4142-1996	0,87%	Maks. 1%	memenuhi
Abrasi	ASTM C 131, SNI 2417:2008	30,44%	Maks. 40%	memenuhi
penyerpihan	BS 812:105.1	24,15%	Maks. 25%	memenuhi
Tanah liat	ASTM C 142, SNI 4141:2015	1,94%	Maks. 2%	memenuhi

Tabel 8 menyajikan hasil uji agregat kasar tentang gradasi, berat jenis SSD, penyerapan, berat volume, kadar air, kadar lumpur, abrasi, penyerpihan dan tanah liat. Hasil uji menyatakan semua jenis uji telah memenuhi syarat.

Tabel 9 menunjukkan nilai uji slump. Terlihat bahwa slump terendah sebesar 10 cm untuk penambahan granit dan rambut sebesar 2,5% dan tertinggi sebesar 14 cm dengan penambahan granit dan rambut sebesar 22,5%. Makin kecil nilai slump maka kekentalan makin tinggi, sebaliknya makin tinggi nilai slump maka beton semakin encer. Jadi uji slump dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan pada adukan beton.

Tabel 9. Nilai Slump beton mutu K-300

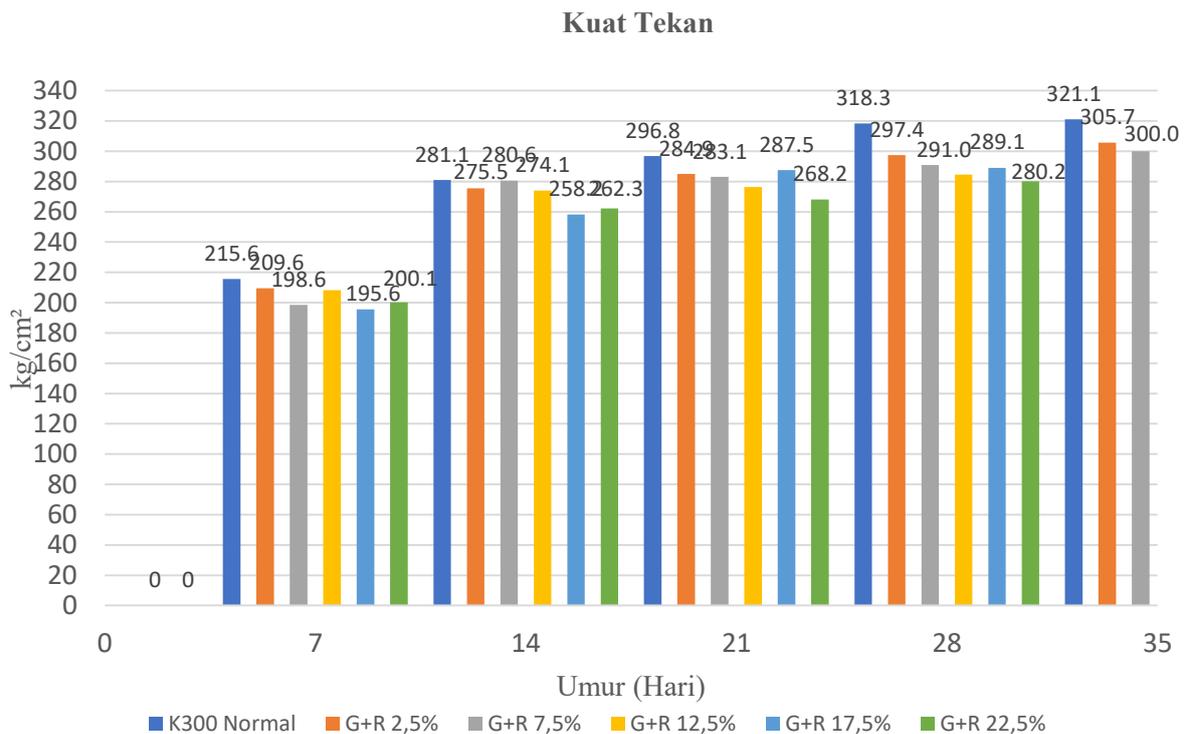
Kode	Slump test (cm)
K-300 normal	12
G+R 2,5%	10
G+R 7,5%	12
G+R 12,5%	13
G+R 17,5%	13
G+R 22,5%	14

Tabel 10 menunjukkan hasil uji kuat tekan beton normal, penambahan granit dan rambut masing-masing sebesar 2,5%, 7,5%, 12,5%, 17,5% dan 22,5% pada umur beton 7; 14; 21; 28; dan 35 hari.

Tabel 10. Hasil Kuat Tekan Beton Gabungan

Jenis Beton	hari					Maks Kg/cm ²	Min Kg/cm ²
	7	14	21	28	35		
Normal	215,6	281,1	296,8	318,3	321,1	321,1	215,6
G+R 2,5%	209,6	275,5	284,9	297,4	305,7	305,7	209,6
G+R 7,5%	198,6	280,6	283,1	291	300	300	198,6
G+R 12,5%	208,3	274,1	276,5	284,7	291,7	291,7	208,3
G+R 17,5%	195,6	258,2	287,5	289,1	295,5	295,5	195,6
G+R 22,5%	200,1	262,3	268,2	280,2	289,8	289,8	200,1

Gambar 3 menunjukkan diagram batang Hasil uji Kuat Tekan Beton Normal, penambahan granit dan rambut masing-masing sebesar 2,5%, 7,5%, 12,5%, 17,5% dan 22,5% pada umur beton 7; 14; 21; 28; dan 35 hari.



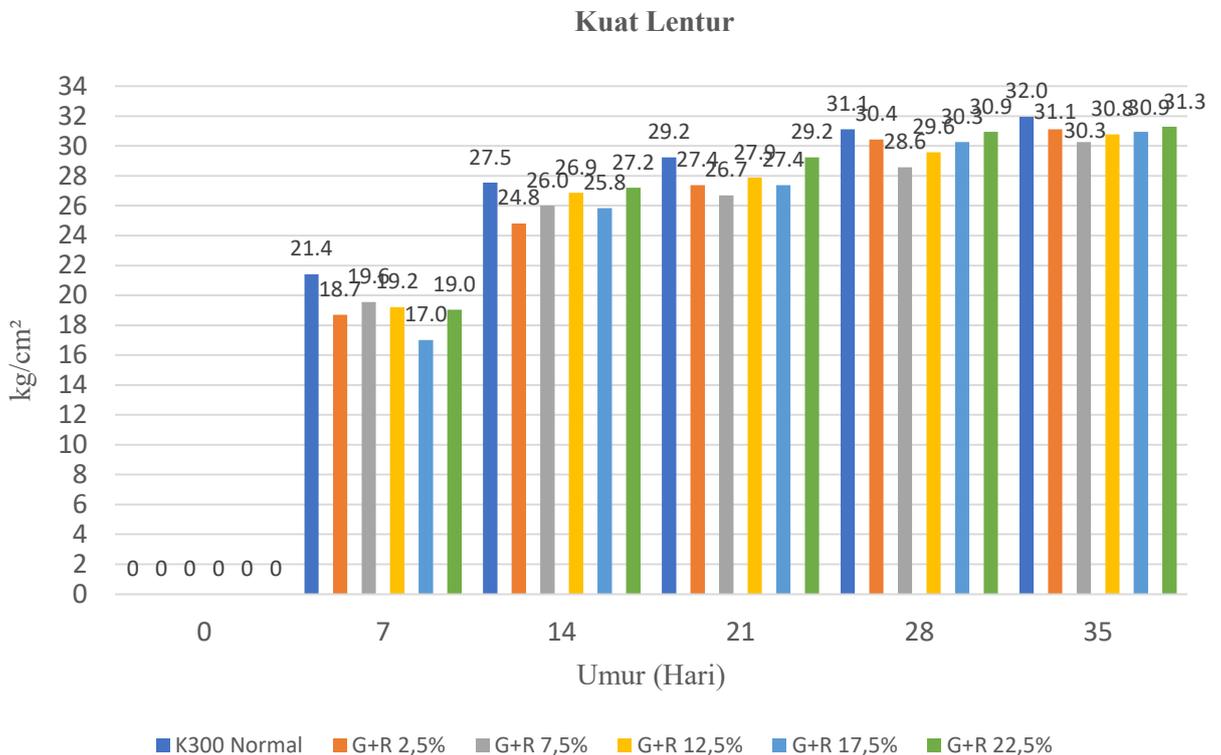
Gambar 3. Kuat Tekan Beton

Tabel 11 menunjukkan hasil uji kuat lentur beton normal, penambahan granit dan rambut masing-masing sebesar 2,5%, 7,5%, 12,5%, 17,5% dan 22,5% pada umur beton 7; 14; 21; 28; dan 35 hari.

Tabel 11 Hasil Kuat Lentur Beton Gabungan

Jenis Beton	hari					maks Kg/cm ²	min Kg/cm ²
	7	1	21	28	35		
Normal	21,4	27,5	29,2	31,1	32	32	21,4
G+R 2,5%	18,7	24,8	27,4	30,4	31,1	31,1	18,7
G+R 7,5%	19,6	26	26,7	28,6	30,3	30,3	19,6
G+R 12,5%	19,2	26,9	27,9	29,6	30,8	30,8	19,2
G+R 17,5%	17	25,8	27,4	30,3	30,9	30,9	17
G+R 22,5%	19	27,2	29,2	30,9	31,3	31,3	19

Gambar 4. Menunjukkan diagram batang hasil uji kuat lentur beton normal, penambahan granit dan rambut sebagai filler masing-masing sebesar 2,5%, 7,5%, 12,5%, 17,5% dan 22,5% pada umur beton 7; 14; 21; 28; dan 35 hari.



Gambar 4 Kuat Lentur Beton

3.2. Diskusi

Tabel 10 dan gambar 3 menunjukkan bahwa kuat tekan beton maksimum normal dan campuran batu granit+rambut sebagai filler sebanyak 2,5%; 7,5%; 12,5%, 17,5% dan 22,5% pada umur 7; 14; 21; 28 dan 35 hari berturut-turut sebesar 321,1; 305,7; 300; 291,7; 295,5 dan 289,8 kg/cm². Terlihat jelas bahwa penambahan granit dan rambut masih berada di bawah kuat tekan beton normal (321,1 kg/cm²). Kuat beton normal maksimum terjadi pada usia 35 hari.

Sementara itu kita lihat bahwa kuat tekan maksimum dengan memasukkan granit dan rambut sebagai filler terjadi dengan penambahan granit dan rambut sebesar 2,5% (305,7 kg/cm²) pada umur 35 hari. Selanjutnya penambahan granit dan rambut dengan interval 5% tidak mengalami kenaikan secara linier. Penurunan terjadi sampai penambahan sebesar 12,5% kemudian naik kembali 17,5% sampai 22,5%. Ketidak linieran dari pola kekuatan tekan menjadi menarik untuk diteliti lebih lanjut, misalnya dengan menambah sampel. Kuat tekan beton maksimum baik normal maupun dengan menambah granit dan rambut sebagai filler terjadi pada usia 35 hari.

Pemilihan alternatif bahan campuran tidak selalu menaikkan kuat tekan beton, terbukti dari hasil penelitian ini. Sebaliknya penambahan bahan *fly ash* dan *rice husk ash* dapat menaikkan kuat tekan (Mardiaman & Dewita, 2022), mencampur kapur dengan semen menaikkan kuat tekan pada variasi 25%; 35% dan 45%, (Arman & Saputra, 2015).

Tabel 11 dan gambar 4 menunjukkan bahwa kuat lentur beton maksimum normal dan campuran batu granit+rambut sebagai filler sebanyak 2,5%; 7,5%; 12,5%, 17,5% dan 22,5% pada umur 7; 14; 21; 28 dan 35 hari berturut-turut sebesar 32; 31,1; 30,3; 30,8; 30,9 dan 31,3. Terlihat jelas bahwa penambahan granit dan rambut masih berada di bawah kuat lentur beton normal (32

kg/cm²). Ketidak linieran dari pola kekuatan lentur menjadi menarik untuk diteliti lebih lanjut, Kuat beton normal maksimum terjadi pada usia 35 hari.

Sementara itu kita lihat bahwa kuat lentur maksimum dengan memasukkan granit dan rambut sebagai *filler* terjadi dengan penambahan granit dan rambut sebesar 22,5% (31.3 kg/cm²) pada umur 35 hari. Selanjutnya penambahan granit dan rambut dengan interval 5% tidak menyebabkan kuat lentur naik secara linier. Penurunan terjadi sampai penambahan sebesar 12,5% kemudian naik Kembali 17,5% sampai 22,5%. Kuat lentur beton maksimum baik normal maupun dengan menambah granit dan rambut sebagai *filler* terjadi pada usia 35 hari.

4. KESIMPULAN

1. Penambahan granit dan rambut tidak menaikkan kekuatan tekan. Penurunan juga tidak bersifat linier.
2. Penambahan granit dan rambut tidak menaikkan kekuatan lentur. Penurunan juga tidak bersifat linier
3. Beton normal masih lebih kuat dari penambahan granit dan rambut.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas bantuan rekan-rekan membantu mengambil data, PT Waskita Beton dan sumbangannya dan Universitas Tama Jagakarsa dan asosiasi ITAKI yang telah memberikan motivasi sehingga tulisan ini dapat selesai.

PUSTAKA

- Amin, M., & Abdelsalam, B. A. (2019). Efficiency of rice husk ash and fly ash as reactivity materials in sustainable concrete. *Sustainable Environment Research*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s42834-019-0035-2>
- Arman, A., & Saputra, A. M. (2015). Pengaruh Penambahan Kapur Padang Panjang Pengganti Semen Untuk Beton Normal. *Jurnal Momentum*, 17(1), 8–12.
- Baktiar, A. A., & Lubis, Z. (2021). Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton Non-Struktural. *Jurnal Teknik*, 13(2), 73. <https://doi.org/10.30736/jt.v13i2.632>
- Dwita, E., Manalu, D. F., & Sabri, F. (2017). Analisis Pengaruh Penggunaan Batu Pecah Granit Pulau Bangka terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton Berpori sebagai Bahan Penutup Halaman. *Fropil*, 5(2), 86–96.
- Garcya, M. G., Djauhari, Z., & Kurniawandy, A. (2018). The Effect of Addition of Waste Waste Oil Filtering Palm Oil As An Additive On Compressive Strength And Flexural Strength of Concrete. *JOM FTEKNIK*, 2(1), 1–13. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76887-8%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-93594-2%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00007-3%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41559-019-0877-3%0Aht>
- Hendrik. (2017). *Pengaruh Penambahan Lateks dan serat Rambut Terhadap Beton* (Issue 1). Sumatera Utara.
- Ikhsan, M. N., Prayuda, H., & Saleh, F. (2016). Effect of Addition of Broken Glass as a Substitute for Fine Aggregate and Addition of Optical Fiber to Compressive Strength of Fiber Concrete. *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA*, 19(2), 148–156.
- Kambli, P. S. (2014). Compressive Strength of Concrete by Using Coconut Shell. *IOSR Journal of Engineering*, 4(4), 01–07. <https://doi.org/10.9790/3021-04470107>
- Kavitha, S., & Kala, T. F. (2016). Effectiveness of bamboo fiber as an strength enhancer in concrete Effectiveness of Bamboo Fiber as a Strength Enhancer in Concrete. *International*

- Journal of Earth Science and Engineering*, 9(June 2016), 1–6. www.cafetinnova.org
- Kusnadi, & Sulistyorini, D. (2011). Pengaruh Penambahan Superplastisizer Terhadap Campuran Beton Ringan Yang Menggunakan Styrofoam. *Inersia*, VII(2), 124–140.
- Mardiawan. (2020). Effect of Stone Ash Mixture and Coconut Fiber on Concrete Compressive Strength. *Modern Environmental Science and Engineering*, 6(4), 462–471. [https://doi.org/10.15341/mese\(2333-2581\)/04.06.2020/005](https://doi.org/10.15341/mese(2333-2581)/04.06.2020/005)
- Mardiawan, & Dewita, H. (2022). Effect of Adding Fly Ash and Rice Husk Ash on Compressive Strength to Meet the $f_c > 35$ MPa Concrete Quality. *Civilla Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 07(1), 35–46.
- Prayitno, S., Supardi, & Wijaya, D. (2016). Study Of Strength of Pressure and Strength of High-Quality Concrete and Low With Fly Ash and Bestmittel Additional Materials. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, September, 843–849.
- Putri, W. R., Utama, P. S., & Olivia, M. (2021). Kuat Tekan Beton Pofa (Palm Oil Fuel Ash) Dengan Bahan Tambah Silica Fume. 8, 1–8.
- Singh, D. K. (2016). Effect on Compressive Strength of Paver Block by Partial Replacement of Cement with Fly Ash. 2(11), 856–859.
- Tampubolon, S. P. (2022). Struktur Beton I