

Pengaruh Penambahan Limbah Granit sebagai Substitusi Agregat Kasar dan *Quarry Dust* sebagai Substitusi Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Beton

Gilang Sultona¹, Agyanata Tua Munthe²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana Jakarta
Kampus Meruya, Jalan Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650

² E-mail: agyanata.umb@gmail.com

Abstract — Along with the rapid development, the need for construction materials is increasing, while natural resources are increasingly limited. Mining of concrete raw materials, such as split stone, can threaten the sustainability of material supply. Therefore, it is important to find alternative materials that are environmentally friendly and economical, such as granite waste and *Quarry Dust* (stone ash) as a substitute for coarse and fine aggregates in concrete. This study aims to analyze the effect of adding granite waste as a substitute for coarse aggregate and *Quarry Dust* as a substitute for fine aggregate on the compressive strength of concrete. The study used an experimental method with control concrete ($f'c = 20$ MPa) and variations of concrete containing granite waste (3%, 5%, 8%, 10%) and 40% *Quarry Dust*. The test results showed that concrete with 3% granite waste substitution and 40% *Quarry Dust* had a compressive strength of 21.89 MPa, while concrete with 10% granite waste and 40% *Quarry Dust* only reached 15.83 MPa. The slump value of concrete increased with the increase in the percentage of granite waste, but the compressive strength decreased. Concrete with 3% granite waste substitution gives the best results in terms of compressive strength. This study shows that the use of granite waste and *Quarry Dust* can be applied as an alternative environmentally friendly concrete material, although the effect on compressive strength needs to be considered.

Keywords: stone ash waste; granite waste; concrete compressive strength; slump; concrete water absorption.

Abstrak — Seiring dengan pesatnya pembangunan, kebutuhan material konstruksi meningkat, sementara sumber daya alam semakin terbatas. Penambangan bahan baku beton, seperti batu split, dapat mengancam keberlanjutan pasokan material. Oleh karena itu, penting untuk mencari alternatif bahan yang ramah lingkungan dan ekonomis, seperti limbah granit dan *Quarry Dust* (abu batu) sebagai substitusi agregat kasar dan halus dalam beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar dan *Quarry Dust* sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan beton kontrol ($f'c = 20$ MPa) dan variasi beton yang mengandung limbah granit (3%, 5%, 8%, 10%) dan *Quarry Dust* 40%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan substitusi limbah granit 3% dan *Quarry Dust* 40% memiliki kuat tekan 21,89 MPa, sedangkan beton dengan 10% limbah granit dan *Quarry Dust* 40% hanya mencapai 15,83 MPa. Nilai slump beton meningkat seiring dengan peningkatan persentase limbah granit, namun kuat tekan menurun. Beton dengan substitusi limbah granit 3% memberikan hasil terbaik dalam hal kuat tekan. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah granit dan *Quarry Dust* dapat diterapkan sebagai alternatif material beton yang ramah lingkungan, meskipun pengaruh terhadap kuat tekan perlu diperhatikan.

Kata-kata kunci: limbah abu batu; limbah granit; kuat tekan beton; slump; daya serap air beton.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan pembangunan di era modern, kebutuhan akan material konstruksi terus meningkat. Hal ini tidak dapat dipisahkan dari penggunaan sumber daya alam yang semakin terbatas. Penambangan material konstruksi, seperti batu split, yang merupakan bahan utama dalam pembuatan beton, telah menyebabkan eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya alam yang ada. Akibatnya, terjadi penurunan jumlah batu split yang tersedia di alam, yang berpotensi mengancam

keberlanjutan pasokan material konstruksi (Kamajaya Asrul, 2012). Oleh karena itu, perlu dicari alternatif material yang dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber daya alam alamiah tersebut. Salah satu alternatif yang berpotensi adalah pemanfaatan limbah granit sebagai agregat kasar pengganti batu split dalam campuran beton. Limbah granit, yang dihasilkan dari industri pemotongan batu granit, sangat melimpah dan mudah ditemukan di lapangan, sehingga menjadi solusi yang menjanjikan. Selain itu, *Quarry Dust* atau abu batu, yang merupakan

hasil limbah dari industri pemecahan batu, juga dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus. *Quarry Dust* memiliki karakteristik lolos dari ayakan 4,75 mm dan tertahan pada ayakan 0,075 mm, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton yang ramah lingkungan dan ekonomis (Nugroho, 2023). Penelitian mengenai beton ramah lingkungan kini semakin mendapatkan perhatian. Beton ramah lingkungan dapat dibuat dengan bahan-bahan yang tidak merusak lingkungan, termasuk penggunaan limbah industri dan pertanian sebagai bahan substitusi dalam pembuatan beton. Beberapa limbah yang telah dibuktikan potensinya sebagai bahan beton ramah lingkungan antara lain limbah granit, serbuk gergaji, terak, dan abu dasar batubara (Sumarno & Fitriawan, 2021). Inovasi dalam penggunaan material ini tidak hanya dapat mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga memperpanjang usia pakai material yang digunakan dalam konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar dan *Quarry Dust* sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton. Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini adalah limbah granit, *Quarry Dust*, dan kuat tekan beton, yang masing-masing akan dikaji secara mendalam untuk mengetahui dampaknya terhadap performa beton. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan alternatif material beton yang lebih ramah lingkungan tanpa mengorbankan kekuatan beton itu sendiri. Penelitian ini memiliki *novelty* dengan memanfaatkan limbah granit dan *Quarry Dust* dalam campuran beton, yang belum banyak dieksplorasi dalam studi sebelumnya. Hal ini menjadi sebuah kontribusi penting bagi perkembangan material beton ramah lingkungan, sejalan dengan kebutuhan untuk mengurangi pemakaian agregat alamiah yang semakin terbatas. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang inovatif dan berkelanjutan bagi industri konstruksi.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar dan *Quarry Dust* sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton. Eksperimen dilakukan dengan membandingkan beton kontrol dengan mutu rencana $f'c = 20$ MPa dengan variasi beton yang

mengandung bahan tambah limbah keramik dan botol kaca. Beton yang diuji akan melalui pengujian kuat tekan untuk menilai pengaruh bahan tambah limbah tersebut terhadap karakteristik beton. Berdasarkan penelitian terdahulu tentang pemanfaatan abu batu sebagai substitusi pasir dalam beton normal (Handayani et al., 2019), penelitian ini menggunakan limbah abu batu dengan variasi 40% dari berat pasir sebagai campuran beton. Abu batu digunakan untuk menggantikan sebagian pasir dalam campuran beton untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan lebih dalam mengenai pengaruh substitusi limbah granit dan abu batu terhadap kekuatan beton. Perencanaan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini memiliki mutu beton rencana $f'c = 20$ MPa dengan umur beton 28 hari. Koefisien deviasi standar (S_d) yang digunakan adalah 3,5 (pengendalian sangat baik), dan nilai K yang digunakan adalah 1,08 berdasarkan pengalaman dengan 20 data. Perhitungan campuran beton dilakukan dengan menggunakan rumus $M = K * S_d = 1,08 * 3,5 = 3,780$ MPa. Tahapan pengujian bahan beton dimulai dengan memeriksa semen. Pemeriksaan dilakukan dengan melihat tekstur semen, apakah masih baik atau tidak. Semen yang baik digunakan, sementara yang tidak memenuhi syarat diganti. Setelah itu, berat semen yang dibutuhkan akan ditimbang. Untuk agregat halus (pasir), pengujian dilakukan untuk mengetahui gradasi butir dan kadar lumpur. Begitu pula dengan agregat kasar (krikil), yang diuji melalui gradasi butir dan kadar lumpur. Agregat kasar harus memenuhi syarat kebersihan, yaitu tidak mengandung lebih dari 1% lumpur dan bebas dari zat organik yang dapat merusak beton. Limbah granit digunakan sebagai substitusi agregat kasar dengan ukuran maksimum 25 mm, dan variasi penggunaannya adalah 4%, 6%, 8%, dan 10%. Limbah abu batu digunakan sebagai substitusi agregat halus. Sebelum dicampurkan dengan bahan lainnya, air yang digunakan harus bersih dan bebas dari kontaminasi. *Mix design* dilakukan untuk mengetahui proporsi bahan dalam campuran beton, menggunakan metode DOE (*Department of Environment*) yang dikembangkan dari metode rancangan adukan beton Inggris. Metode ini tercantum dalam SNI 03-2834-2000 dan mengikuti ketentuan yang ada dalam SNI-2847-2013. Setelah campuran beton dibuat, benda uji

beton yang telah selesai dibuat kemudian dirawat dengan cara merendamnya dalam air untuk menjaga kelembaban dan stabilitas suhu selama proses curing. Proses curing dilakukan selama 7, 14, dan 28 hari untuk memastikan beton mencapai kekuatan yang optimal. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan mengambil benda uji untuk diuji kuat tekannya. Benda uji diberi tanda atau nomor agar tidak tertukar. Berat dan ukuran benda uji ditentukan dengan menimbang dan mengukur benda tersebut. Benda uji kemudian ditempatkan pada mesin uji tekan beton dengan presisi yang tepat. Proses pembebanan dilakukan

dengan kecepatan antara 0,14–0,34 MPa/detik hingga benda uji hancur. Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton berumur 7, 14, dan 28 hari. Variasi limbah granit (3%, 5%, 8%, dan 10%) dari berat agregat kasar digunakan sebagai substitusi, dan limbah abu batu 40% dari berat pasir digunakan sebagai substitusi agregat halus. Pengujian dilakukan dengan menggunakan cetakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm. Total sampel beton uji adalah 45 buah, dengan beton kontrol $f'c$ 20 MPa (Tabel 1).

Tabel 1. Kebutuhan total volume beton untuk pembuatan benda uji

FC	Beton	Benda Uji (buah)			Total (buah)	Referensi rujukan pengambilan sampel
		7 hari	14 hari	28 hari		
20	Beton Normal	3	3	3	9	Surya Hadi ($f'c = 20$ MPa), dengan benda uji sebanyak 6 buah
20	3% LG & 40% ABB	3	3	3	9	
20	5% LG & 40% ABB	3	3	3	9	
20	8% LG & 10% ABB	3	3	3	9	
20	10% LG & 10% ABB	3	3	3	9	
Total Benda Uji					45	

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian agregat halus meliputi analisis pengayakan, pengujian berat jenis, daya serap air, modulus kehalusan, dan kadar lumpur. Berdasarkan hasil analisis saringan agregat halus yang disajikan dalam Tabel 2, diperoleh persentase kumulatif tertahan pada ukuran saringan 4,75 mm sebesar 99,7%, dan persentase

kumulatif lolos pada ukuran saringan 0,075 mm sebesar 0,9%. Modulus kehalusan agregat halus yang diperoleh adalah 2,67%, yang memenuhi standar persyaratan dalam SNI 7656:2012, yakni berkisar antara 1,50% – 3,80%. Oleh karena itu, agregat halus yang diuji dapat digunakan sebagai campuran beton.

Tabel 2. Hasil uji saringan agregat halus

Ukuran Saringan	Berat Tertahan (gr)	Persentase tertahan (%)	Persentase Kumulatif Tertahan (%)		Persentase Kumulatif Lolos (%)	
			Desain	ASTM C-33	Desain	ASTM C-33
9.50 mm (3/8")	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00
4.75 mm (No.4)	3	0,3	0,3	0,3	99,7	99,7
2.36 mm (No.8)	46,5	4,65	4,95	4,95	95,1	95,1
1.18 mm (No.16)	203,9	20,39	25,34	25,34	74,7	74,7
0.60 mm (No.30)	305,9	30,59	55,93	55,93	44,1	44,1
0.30 mm (No.50)	251,1	25,11	81,04	81,04	19	19
0.15 mm (No.100)	180,8	18,08	81,04	81,04	0,9	0,9
Pan	8,8	0,88	100	100	0	0
Total	1000,00	100,00	FM	2,67	0	0

Selanjutnya, pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus yang tercatat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa berat jenis agregat halus adalah 2,59 g/cm³ dengan penyerapan air sebesar 2,06%. Pengujian kadar lumpur agregat

halus yang dilakukan menghasilkan kadar lumpur rata-rata sebesar 2,44% (Tabel 4), yang berada dalam batas yang diizinkan, karena pasir yang digunakan telah dicuci sehingga kadar lumpur berkurang.

Tabel 3. Data awal pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Uraian	Simbol	Berat sampel (gram)	
		I	II
Berat kering oven	A	500	500
Berat piknometer + air	B	646,9	645,1
Berat piknometer + sampel + air	C	953,2	952,1
Berat sampel SSD (Saturated Surface Dry)	S	489,3	490,1

Tabel 4. Data awal pengujian kadar lumpur agregat halus

Uraian	Simbol	Berat sampel (gram)	
		I	II
Berat agregat tertahan saringan 1.18mm	A	500	500
Berat agregat tertahan saringan 0.85mm	B	487,9	487,7

Pada agregat kasar, hasil analisis saringan yang tercatat pada Tabel 5 menunjukkan bahwa agregat kasar memenuhi spesifikasi ASTM C33 dengan modulus kehalusan sebesar 7,68, yang berada dalam batas gradasi kerikil untuk ukuran maksimum 25 mm. Hasil pengujian kadar air

agregat kasar yang tercatat dalam Tabel 6 dan Tabel 7 menunjukkan kadar air rata-rata sebesar 1,30%, yang menunjukkan bahwa agregat kasar memiliki penyerapan air yang relatif rendah, yang penting untuk memastikan keseimbangan campuran beton.

Tabel 5. Hasil analisa saringan agregat kasar

Ukuran Saringan (No)	Massa tertahan (gr)	Persentase Kumulatif Tertahab (%)		Spesifikasi ASTM C33	
		Tertahan	Lolos	MIN	Max
1	155	3,1	96,9	100	100
(1/2)	2385	71,6	28,4	20	55
(3/8)	1075,8	93,1	6,9	0	10
4	344,2	100	0	0	5
8	0	100	0	0	0
16	0	100	0	0	0
30	0	100	0	0	0
50	0	100	0	0	0
100	0	100	0	0	0
Pan	0	100	0	0	0
Modulus Kehalusan					7,68

Tabel 6. Hasil uji kadar air agregat kasar

Uraian	Simbol	Berat sampel (gram)	
		I	II
Berat agregat tertahan saringan 1.18mm	A	5000	5000
Berat agregat tertahan saringan 0.85mm	B	4910	4904
Berat sampel di dalam air	C	3057	3061

Tabel 7. Hasil uji kadar air agregat kasar

Saringan	Berat sebelum dicuci (gram)		Berat setelah dicuci (gram)	
	A	B	B	B
1/2" - 3/4"	1000	1000	1000	1000
3/4" - 3/8"	991,2	991,2	991,6	991,6

Pada tahap Mix design, Tabel 8 menunjukkan perhitungan kebutuhan campuran beton normal dengan mutu 20 MPa. Campuran beton ini memiliki nilai slump yang sesuai dengan

spesifikasi standar, yang tercatat pada Tabel 9. Pengujian slump pada beton normal menunjukkan hasil 12 cm, sedangkan untuk variasi campuran dengan substitusi limbah granit

(LBG) 3%, 5%, 8%, dan 10% serta abu batu (ABB) 40% menghasilkan nilai slump berturut-turut sebesar 14 cm, 14 cm, 15 cm, dan 15 cm. Hasil ini mengindikasikan bahwa semakin banyak substitusi limbah granit, semakin tinggi

nilai slump-nya. Hal ini disebabkan oleh densitas granit yang lebih tinggi dan ukuran butir yang lebih besar, yang mengurangi kebutuhan air dalam campuran beton, namun meningkatkan konsistensi beton.

Tabel 8. Data hasil perhitungan Mix design beton normal 20 MPa
Perencanaan Mix design Beton Normal Mutu 20 MPa (SNI 7656-2012)

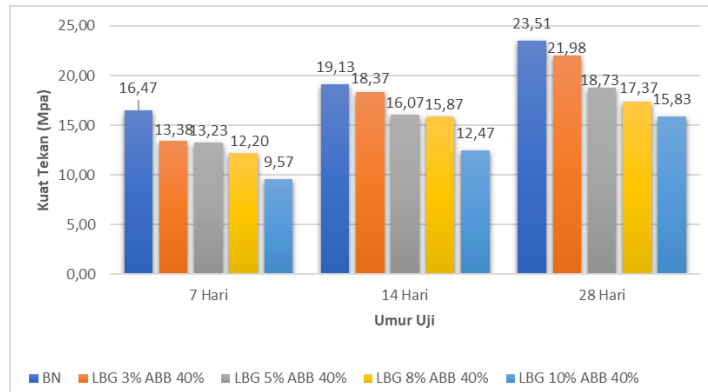
Parameter	Nilai	Satuan
f_c	20	MPa
Slump	75-100	Mm
Agregat Max	25	Mm
Air	193	kg/m ³
Berat kering oven Ag. Kasar	1078	kg/m ³
Berat Beton	2380	kg/m ³
Modulus Kehalusan Ag. Halus	2,67	
Berat jenis (SSD) Ag. Halus	2,59	
Berat jenis (SSD) Ag. Kasar	2,65	
Penyerapan air Ag. Halus	2,06	
Penyerapan air Ag. Kasar	1,89	

Tabel 9. Data hasil perhitungan Mix design beton normal 20 MPa

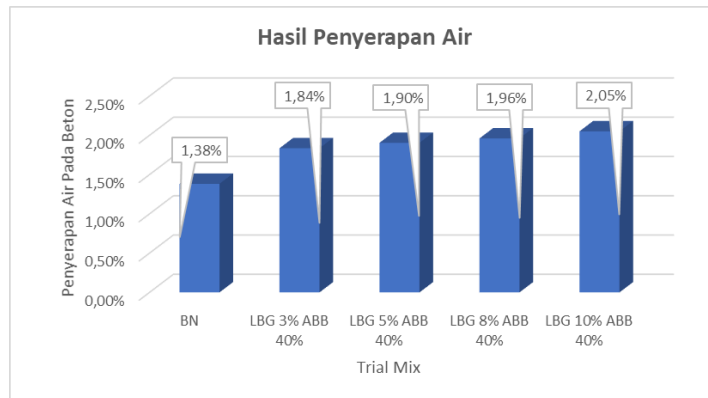
Kode	Trial Mix	Hasil Slump
BN	Beton f'c 20 (beton normal)	12 cm
LBG 3% ABB 40%	Beton f'c 20 + 3% LBG + 40% ABB	14 cm
LBG 5% ABB 40%	Beton f'c 20 + 5% LBG + 40% ABB	14 cm
LBG 8% ABB 40%	Beton f'c 20 + 8% LBG + 40% ABB	15 cm
LBG 10% ABB 40%	Beton f'c 20 + 10% LBG + 40% ABB	15 cm

Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari menunjukkan bahwa beton normal (BN) memiliki kuat tekan tertinggi sebesar 23,51 MPa, seperti yang tercatat dalam Gambar 1. Beton dengan substitusi 3% limbah granit dan 40% abu batu menunjukkan penurunan kuat tekan sebesar 7%, yaitu 21,89 MPa. Semakin tinggi persentase substitusi limbah granit, semakin rendah kuat tekan yang diperoleh, dengan hasil terendah pada beton dengan 10% limbah granit dan 40% abu batu, yaitu 15,83 MPa. Penurunan ini menunjukkan bahwa substitusi limbah granit

mengurangi kekuatan beton, dan substitusi abu batu yang berlebihan juga dapat menurunkan kuat tekan karena dapat meningkatkan porositas beton. Hasil pengujian daya serap air menunjukkan bahwa beton normal memiliki daya serap air terendah sebesar 1,38%, sedangkan beton dengan variasi substitusi limbah granit mengalami peningkatan daya serap air yang sebanding dengan peningkatan persentase substitusi limbah granit. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin banyak limbah granit yang digunakan, semakin tinggi daya serap air beton (Gambar 2).



Gambar 1. Kuat tekan beton pada umur 28 hari



Gambar 2. Daya serap air

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan limbah granit sebagai substitusi agregat kasar dan *Quarry Dust* sebagai substitusi agregat halus berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi persentase limbah granit, semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan. Beton dengan 3% limbah granit dan 40% *Quarry Dust* menghasilkan kuat tekan yang paling mendekati beton normal. Oleh karena itu, penggunaan limbah granit dan *Quarry Dust* dapat menjadi solusi alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada agregat alamiah, meskipun perlu dioptimalkan agar kuat tekan beton tetap memenuhi standar yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirul Aziz Rusdi, A., & S, M. F. (2019). Pengaruh penambahan bottom ash dan serbuk cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai pengganti sebagian semen pada bata ringan. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1–7.
- Agyanata Tua Munthe, T. D. (2024). G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 8(1), 186–195. <https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/g-tech/article/view/1823/1229>
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). *SK SNI 04-1989-F spesifikasi bahan bangunan bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1968-1990 metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1971-1990 metode pengujian kadar air agregat*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1972-1990 metode pengujian slump beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992). *SNI 03-2914-1992 spesifikasi beton bertulang kedap air*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *SNI 03-0691-1996 bata beton (paving block)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *SNI 1974:2011 cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *SNI 1970:2016 metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Badan Standarisasi Nasional.
- Erawati, N. K., Kadek, N., Purwati, R., Ayu, I. D., & Diah, P. (2022). Analisis perbandingan perancah bambu dan scaffolding untuk pekerjaan struktur beton bertulang pada proyek SMKN 7 Denpasar. 8(September 2010), 71–80.
- Fitriyanti, F., & Ismawati, I. (2023). Pengujian kuat tekan beton pada pekerjaan pembangunan rumah dinas

- asisten Kejati Sulsel. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Lamappapoleonro*, 1(2), 66–71.
- Hadi, S. (2020). Pengaruh penambahan limbah granit terhadap kuat tekan beton. *Ganec Swara*, 14(1), 476. <https://doi.org/10.35327/gara.v14i1.123>
- Handayani, F., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Kalimantan, U. I., & Banjarmasin, K. (2019). Manfaat limbah abu batu sebagai tambahan material bahan bangunan. 59–68.
- Kamajaya Asrul, P. (2012). *SNI ASTM C136:2012 metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*. Badan Standardisasi Nasional, 1–24.
- Mardiaman, Fadly, A., & Indriasari. (2022). Pengaruh penambahan batu granit dan rambut sebagai filler terhadap kuat tekan dan lentur beton. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan - CENTECH*, 3(1), 11–22. <https://doi.org/10.33541/cen.v3i1.3821>
- Nugroho, W. A. (2023). Pengaruh penambahan limbah beton sebagai substitusi agregat kasar dan *Quarry Dust* sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton. 1–23.
- Pratiwi, L. C., & Wardana, I. A. (2022). Pengaruh limbah granit dan limbah karbit sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 381. <https://doi.org/10.31602/jk.v5i1.7567>
- Sumarno, A., & Fitriawan, L. F. (2021). The effect of sawdust as substitution of fine aggregate on compressive strength of concrete. *ADRI International Journal of Civil Engineering*, 6(2), 81–87. <https://doi.org/10.29138/aijce.v6i2.39>
- Sugiyono & Pratama. (2023). Analisa pengaruh kualitas produk terhadap kepuasan konsumen menggunakan metode kuantitatif pada CV. Meubele Berkah Tangerang. *Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE)*, 5(1), 19–28. <https://doi.org/10.31294/ijse.v5i1.5861>