

Studi Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Campuran Limbah Marmer Sebagai Substitusi Agregat Kasar

Enjellytha Sudarmono ^{a,1}, Mustakim ^{a,2,*}, Kasmaida ^{a,3}

^a Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare 91112, Sulawesi Selatan, Indonesia

¹ enjellythas@gmail.com, ² mtqmk@gmail.com, ³ kasmaida80@gmail.com

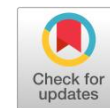
* Corresponding Author : zulkifli.sudirman05@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan limbah di Indonesia merupakan persoalan yang belum tuntas. Penduduk yang terus bertambah meningkatkan jumlah limbah yang berasal dari aktivitas manusia, baik limbah organik maupun anorganik. Seperti Limbah marmer yang sulit hancur secara alami, sehingga perlu penelitian tentang pemanfaatan limbah marmer menjadi beton ramah lingkungan. Tujuan penelitian untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tekan pada beton. Penelitian ini menggunakan teknik atau metode pengumpulan data eksperimental (pengujian/observasi). Penelitian dilakukan dengan maksud agar hasil dari pengganti sebagian agregat kasar dengan limbah pecahan marmer yang ditinjau dari nilai kuat tekan beton dapat diketahui. Penelitian dirancang dengan variasi penggantian pecahan marmer sebesar 50% pada beton silinder yang memiliki ukuran 15 cm sebagai diameternya dan 30 cm sebagai tingginya, serta telah umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari akan diuji kuat tekannya. Besar kuat tekan yang paling tinggi ada pada variasi campuran marmer 0.5-1 cm dengan umur beton 28 hari yaitu sebesar 26.86.

ABSTRACT

The waste problem in Indonesia is an unresolved problem. The ever-increasing population increases the amount of waste originating from human activities, both organic and inorganic waste. Like marble waste which is difficult to destroy naturally, research is needed on the use of marble waste into environmentally friendly concrete. The aim of the research is to find out how much the compressive strength of concrete is. This research uses experimental data collection techniques or methods (testing/observation). The research was carried out with the aim that the results of replacing some of the coarse aggregate with marble fragment waste in terms of the compressive strength value of the concrete could be known. The research was designed with variations in replacing marble fragments by 50% in cylindrical concrete with dimensions of 15 cm as the diameter and 30 cm as the height, and the concrete had been aged for 7 days, 14 days and 28 days and its compressive strength would be tested. The highest compressive strength was found in the marble mixture variation of 0.5-1 cm with a concrete age of 28 days, namely 26.86.



KATA KUNCI

Limbah Marmer
Kuat Tekan
Agregat

KEYWORDS

Marble Waste
Compressive Strength
Aggregate



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Introduction

Beton adalah bahan komposit yang terbuat dari beberapa material yang menggunakan bahan utama yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, air dan material tambahan jika dibutuhkan dengan komposisi tertentu. Oleh karena itu kualitas beton sangat tergantung pada kualitas masing-

masing material pembentuknya. Semua bangunan struktur dibangun menggunakan beton sebagai bahan konstruksi utama, contohnya struktur Gedung, struktur bangunan air, struktur bangunan transportasi dan struktur bangunan lainnya. Salah satu kelebihan betonya itu mampu menahan beban tekan, perubahan cuaca, suhu yang tinggi, dapat dibentuk dan mudah dirawat[1].

Berdasarkan proporsi bahan penyusun beton, agregat menempati posisi yang paling mendominasi, yaitu menempati 70% - 75% dari total volume beton. Secara umum agregat hanya berfungsi sebagai bahan pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, maka agregat inipun menjadi penting. Dalam beberapa tahun terakhir, pesatnya kegiatan pembangunan pada bidang konstruksi khususnya di Indonesia, telah menyebabkan meningkatnya permintaan akan sumber daya alam sebagai material penyusun beton[2].

Salah satu upaya untuk melestarikan sumber daya alam adalah dengan menggunakan limbah sebagai material alternatif pengganti sebagian agregat dalam pembuatan beton. Salah satu limbah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah marmer. Berbagai penelitian limbah marmer dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Sejumlah penelitian pemanfaatan limbah marmer beton merupakan bahan dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (semen Portland), agregat kasar, agregat halus dan bahan tambah (campuran atau aditif).

Menurut Agustin Dita Lestari (2021) dalam penelitiannya mengenai “Pengujian kuat tekan pada beton dengan pecahan marmer sebagai pengganti sebagian agregat kasar” mengatakan bahwa hasil penggantian sebagian agregat kasar dengan pecahan marmer yang ditinjau dari kuat tekan beton mengalami kenaikan nilai kuat tekan dari beton normal[3].

Limbah marmer yang terdapat di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan cukup banyak jumlahnya dan selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Sekali produksi volume limbah yang dihasilkan oleh Perusahaan yang memproduksi marmer diperkirakan mencapai 20 ton per hari dan dari sekian banyak limbah marmer yang dihasilkan, yang bisa diolah hanya sekitar 80% dan sisanya menjadi limbah yang menimbulkan masalah bagi masyarakat.

Hal tersebut menyebabkan masalah lingkungan yang serius. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk menggunakan kembali limbah marmer tersebut adalah dengan mempertimbangkan penggunaannya sebagai material alternatif pengganti sebagian agregat kasar dalam pembuatan beton. Penelitian dirancang dengan variasi ukuran batu marmer pada beton silinder yang memiliki ukuran cm sebagai diameternya dan 30 cm sebagai tingginya.

Penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar kuat tekan beton, jika sebagian agregat pada campuran beton tersebut disubstitusikan dengan limbah marmer sebagai agregat kasar pada campuran beton.

2. Method

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya yang disertai gambar, tabel, atau grafik. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium. Penelitian yang dilakukan adalah uji eksperimental dimana kondisi dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada peraturan SNI (Standar Nasional Indonesia). Penelitian eksperimental merupakan kumpulan penelitian yang berasal dari berbagai sumber yang ada melalui jurnal ilmiah.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum memasuki tahap perencanaan campuran (*mix design*) terlebih dahulu dilakukan pengujian atau pemeriksaan material yang akan digunakan. Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

A. Hasil Pengujian Agregat

1. Agregat Halus

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Ket.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2.8%	2.2%	2.50%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2.04%	4.17%	3.10%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.42	1.39	1.41	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.50	1.51	1.50	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.63%	2.04%	1.83%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.56	2.58	2.57	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.46	2.45	2.46	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.50	2.50	2.50	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.30	3.10	3.20	Memenuhi

2. Agregat Kasar

Tabel 2. Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Ket.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.0%	0.59%	0.79%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	29.6%	21.6%	25.6%	Memenuhi

3	Kadar air	0,5% - 2%	1.52%	2.46%	1.99%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.61	1.74	1.67	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.70	1.75	1.72	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	2.15%	1.63%	1.89%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2.56	2.89	2.73	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.42	2.76	2.59	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.48	2.81	2.64	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6.71	6.72	6.72	Memenuhi

3. Nilai Slump

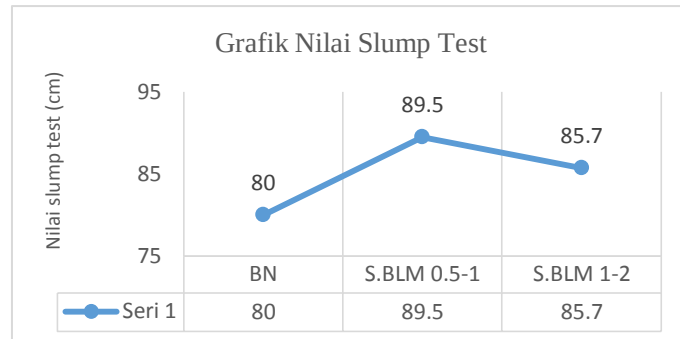
Uji Slump adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui besaran kekentalan adukan beton segar. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Berdasarkan SNI 03-2832-2000. Slump dapat dilakukan di laboratorium ataupun dilapangan biasanya ketika *ready mix design* sampai dan pengujian setiap dating. Hasil dari slump tes beton yaitu nilai slump yang tertera dinyatakan dalam satuan internasional dan memiliki standar.

Tabel 3. Hasil pengujian nilai slump test

No	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	Slump rencana (mm)	Slump rata-rata lapangan (mm)
1	BN	± 10	75 – 100	80.0
2	BLM _{0.5-1}			89.5
3	BLM ₁₋₂			85.7

Berdasarkan hasil pengujian nilai slump test pada tabel diatas dimana pada beton normal dan penambahan marmer didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi *slump* rencana, didapatkan nilai slump untuk campuran Limbah Marmer ukuran 0.5-1 cm sebesar 89.5 mm, untuk campuran Limbah Marmer 1-2 cm sebesar 85.7 mm.



Gambar 4. Grafik perbandingan nilai slump pada setiap variasi

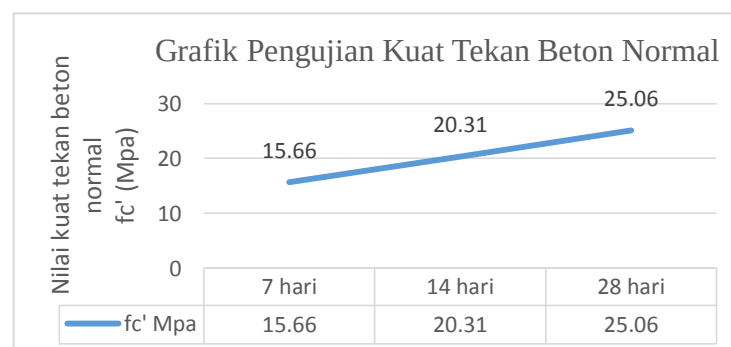
4. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebanyak 27 sampel yang terdiri dari 3 variasi campuran yaitu beton normal, marmer ukuran 0.5-1 cm, marmer ukuran 1-2 cm. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 9 sampel untuk kuat tekan silinder dengan ukuran benda uji 15 x 30 cm. Sebelum melakukan uji kuat tekan beton maka terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi ayng akan dijadikan sampel uji.

a. Beton normal

Tabel 4. Hasil rata-rata uji kuat tekan beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	11.94	276.67	15.66
2	14 Hari	12.21	358.66	20.31
3	28 Hari	12.41	442.66	25.06



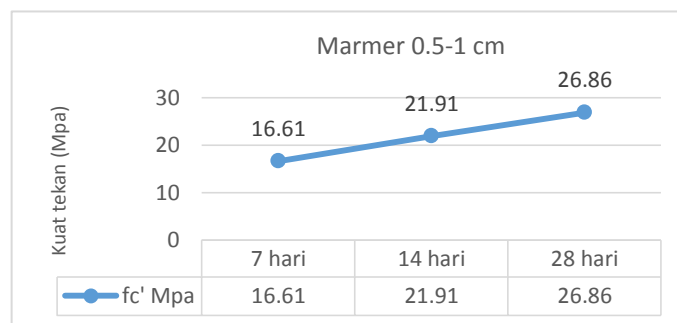
Gambar 5. Grafik pengujian kuat tekan beton normal

Pada grafik diatas dapat dijelaskam bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 20.31 Mpa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 25.06 Mpa.

b. Variasi marmer 0.5-1 cm

Tabel 5. Hasil uji kuat tekan beton variasi marmer 0.5-1 cm

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12.13	293	16.61
2	14 Hari	12.31	387	21.91
3	28 Hari	12.39	474	26.86



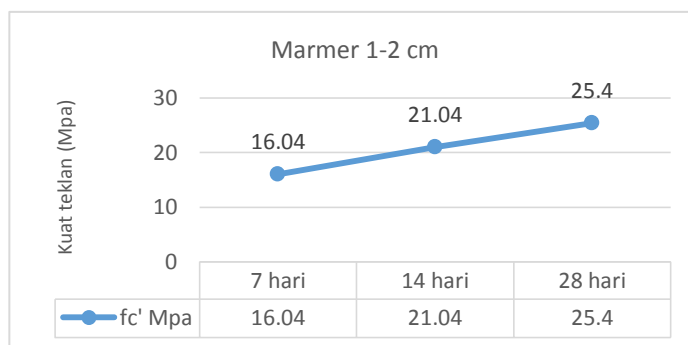
Gambar 6. Grafik pengujian kuat tekan variasi marmer 0.5-1 cm

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa beton denan campuran 50% variasi marmer ukuran 0.5-1 cm mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 21.91 Mpa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 26.86 Mpa.

c. Variasi marmer 1-2 cm

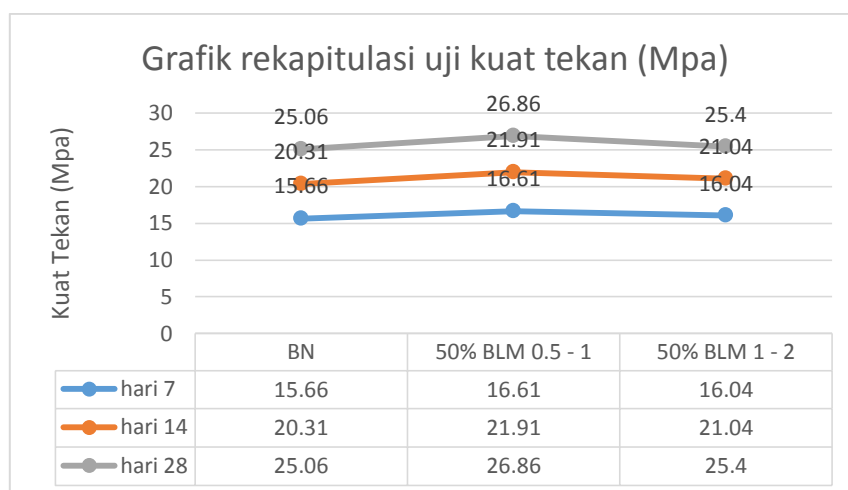
Tabel 6. Hasil uji kuat tekan beton variasi marmer 1-2 cm

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12.13	283	16.04
2	14 Hari	12.31	371	21.04
3	28 Hari	12.32	448	25.40



Gambar 7. Grafik pengujian kuat tekan variasi marmer 1-2 cm

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa beton dengan campuran 50% variasi marmer ukuran 1-2 cm mengalami penurunan kuat tekan dari beton campuran marmer 0.5-1 cm, dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 21.04 Mpa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari sebesar 25.40 Mpa.



Gambar 8. Grafik rekapitulasi uji kuat tekan beton

Pada grafik diatas didapatkan kuat tekan pada umur beton 7 hari dengan tambahan limbah marmer 0.5-1 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 16.61 Mpa, sedangkan beton dengan tambahan limbah marmer 1-2 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 16.04 Mpa. Pada umur beton 14 hari dengan tambahan limbah marmer 0.5-1 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 21.91 Mpa, sedangkan beton dengan tambahan limbah marmer 1-2 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 21.04 Mpa. Pada umur beton 28 hari dengan tambahan limbah marmer 0.5-1 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 26.86 Mpa, sedangkan beton dengan tambahan limbah marmer 1-2 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 25.40 Mpa. Maka penggunaan limbah marmer dapat memberikan pengaruh kuat tekan pada beton normal. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran agregat kasar yang digunakan semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.

Sesuai dengan riset Samsul, Mustakim, kasmida (2023) mengenai ukuran butir agregat kasar terhadap kapasitas kuat tekan dan nilai slump beton porous diperoleh kuat tekan pada variasi 0.5-1 cm sebesar 6.13 Mpa, ukuran agregat 1-2 cm sebesar 5.47 Mpa, dan ukuran agregat 2-3 cm sebesar 5.00 Mpa. Dapat disimpulkan bahwa pada penelitian tersebut semakin kecil ukuran agregat maka semakin besar kuat tekannya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji eksperimental yang dilakukan terhadap material beton dengan menggunakan tambahan campuran 50% limbah marmer mengalami kenaikan terhadap kuat tekan beton dibandingkan dengan beton normal. Semakin kecil ukuran limbah marmer maka semakin besar pula kekuatan beton dan Dari hasil penggantian agregat kasar dengan menggunakan limbah marmer didapatkan kesimpulan kuat tekan pada umur beton 7 hari dengan tambahan limbah marmer 0.5 – 1 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 16.61 Mpa, sedangkan beton dengan tambahan limbah marmer 1 – 2 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 16.04 Mpa. Pada umur beton 14 hari dengan tambahan limbah marmer 0.5 – 1 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 21.91, sedangkan beton dengan tambahan limbah marmer 1 – 2 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 21.04 Mpa. Pada umur beton 28 hari dengan tambahan limbah marmer 0.5 – 1 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 26.86 Mpa, sedangkan beton dengan tambahan limbah marmer 1 – 2 cm didapatkan hasil kuat tekan sebesar 25.40 Mpa. Didapatkan kuat tekan maksimal pada beton normal sebesar 25.06 Mpa, pada beton campuran limbah marmer 0.5-1 cm sebesar 26.86 dan pada beton campuran marmer 1-2 cm sebesar 25.40 cm.

References

- [1] (Beton 2012)(Budi, Safitri, and Kuncoro 2021)(Didik, Mabui, and Raidyarto n.d.; Info 2021; Kurniawati and Titisari 2019; Nabhan 2023; Rachman et al. 2012; Rekayasa et al. 2021; Rice et al. 2022; Siswanto and Salim 2021; Progam Studi et al. n.d.; Program Studi, Sipil, and Buana 2021; Terhadap, Semen, and Tekan 2021; Yuhanah et al. 2021)Beton, Pada Campuran. 2012. "Jurnal Teknik Sipil Vol. 1 No. 4 September 2012." 1(4).
- [2] Budi, Agus Setiya, Endah Safitri, and Fajar Bayu Kuncoro. 2021. "KAJIAN KUAT TEKAN , KUAT TARIK BELAH , DAN MODULUS ELASTISITAS BETON DENGAN BAHAN PENGANTI SEMEN FLY ASH KADAR 15 %, 30 %, DAN 40 % TERHADAP BETON NORMAL." 9(3): 170–77.
- [3] Didik, Irianto, Suryamiharja S Mabui, and Adri Raidyarto. BETON.
- [4] Info, Article. 2021. "Pengujian Kuat Tekan Pada Beton Dengan Pecahan Marmer Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar." 6(1): 61–69.
- [5] Kurniawati, Selma, and Dewi Titisari. 2019. "Rekomendasi Pemanfaatan Marmer Berdasarkan Karakteristiknya Terjadi Dan Dapat Memberikan Ciri Khusus Pada Hasil Batuannya Baik Dari Sifat Fisik Kecamatan Besuki , Kabupaten Tulungagung , Provinsi Jawa Timur Memiliki Jumlah." : 251–66.
- [6] Nabhan, Daffa. 2023. "Inovasi Pemanfaatan Limbah Marmer Sebagai Substitusi Agregat Kasar Untuk Beton Yang Ramah Lingkungan." 7: 27807–13.
- [7] Rachman, Deddy, Bambang Sugiharto, Pusat Litbang Permukiman, and Cileunyi Wetan. 2012. "KAJIAN PENGGUNAAN SEMEN PORTLAND KOMPOSIT STUDIES ON APPLICATION OF PORTLAND COMPOSITE CEMENT FOR." : 41–50.
- [8] Rekayasa, Jurnal, Infrastruktur Sipil, Muhammad Haidar Irfansyah, Anis Rakhmawati, and Yudhi Arnandha. 2021. "STUDI ANALISIS BETON MUTU TINGGI SCC (SELF COMPACTING CONCRETE) MENGGUNAKAN CAMPURAN LIMBAH MARMER DAN SUPERPLASTICIZER." : 56–62.
- [9] Rice, Using, Husk Ash, Muhammad Yusuf, Eko Saputro, Akhmad Hasanuddin, and Dwi Nurtanto. 2022. "Pemanfaatan Limbah Batu Marmer Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton Perkerasan Kaku Yang Menggunakan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (

- The Use of Marble Waste as a Coarse Agregate in Rigid Pavement Concrete Mixture Bahan Yang Diikat Yaitu Agregat Halus , Agregat Kasar Serta Air , Dengan Atau Tanpa Tambahan Mengandung Silika Yang Tinggi [11]. Kandungan Kimia Sekam Padi Terdiri Atas 50 %." 7(1): 93–103.
- [10] Siswanto, Agus Bambang, and Mukhamad Afif Salim. 2021. "Jurnal Teknik Sipil Unaya Beton Ready-Mix." (July). doi:10.30601/jtsu.v7i2.1898.
- [11] Studi, Progam, S Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, and Universitas Negeri Surabaya. "PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH MARMER TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DRY GEOPOLYMER MORTAR DENGAN METODE WET MIXING BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DAN NAOH 10 M Disti Putra Saldi."
- [12] Studi, Program, Teknik Sipil, and Universitas Sangga Buana. 2021. "DARI LIMBAH PEMOTONGAN BATU MARMER DAN AGREGAT." 3(1): 89–98.
- [13] Terhadap, K, Kadar Semen, and D A N Kuat Tekan. 2021. "ANALISIS PERBANDINGAN MUTU BETON NORMAL K250 DAN RATA-RATA BETON." 07: 30–35.
- [14] Yuhannah, Tri, Devita Mayasari, Pratiwi Setyaning Putri, Program Studi, and Teknik Sipil. 2021. "TINJAUAN PERMEABILITAS DAN KUAT TEKAN POROUS PAVING PLASTIK DAN SISA PENGOLAHAN BATU MARMER OVERVIEW OF PERMEABILITY AND COMPRESSIVE STRENGTH OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY POROUS PAVING BLOCKS MADE." 11(2): 59–66. doi:10.37209/jtbtt.v11i2.