

Studi Pengaruh Limbah Pecahan Keramik Sebagai Substitusi Agregat Kasar Pada Beton Normal

April Lita Riska Vaul Zanuri^{*}, Sujiat¹, Zainuddin¹

¹ Universitas Bojonegoro, Jl. Lettu Suyitno

^{*}aprillitariskavaulzanurio9@gmail.com

ABSTRAK

Beton menjadi bahan konstruksi yang sangat populer dalam berbagai proyek pembangunan di Indonesia, seperti gedung perkantoran, perumahan, dan rumah sakit, karena memiliki keuntungan seperti kemudahan konstruksi, ketahanan terhadap cuaca, dan biaya pemeliharaan yang rendah. Namun, penggunaan agregat kasar alam terus terbatas, dan pemakaian berlebihan dapat berdampak negatif pada lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba memanfaatkan limbah pecahan keramik sebagai alternatif pengganti agregat kasar alam dalam pembuatan beton. Limbah pecahan keramik dihasilkan dari renovasi rumah atau bangunan dan seringkali tidak dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk memberdayakan sumber daya lokal dan mengurangi limbah dengan memanfaatkan limbah pecahan keramik dalam pembuatan beton. Untuk hasil kuat tekan beton umur 14 dan 28 hari variasi penambahan 0% (beton normal) memiliki kuat tekan rata-rata 13,784 Mpa dan 10,717 Mpa, variasi 10% memiliki kuat tekan rata-rata 9,637 Mpa dan 10,480 Mpa, variasi 20% memiliki kuat tekan rata-rata 13,398 Mpa dan 9,490 Mpa, dan untuk variasi 30% memiliki kuat tekan rata-rata 9,6387 Mpa dan 10,025 Mpa. Variasi penambahan yang optimal untuk tekan umur 14 dan 28 hari adalah 0,00% (beton normal) kuat tekan memiliki kuat tekan rata-rata $f'c = 13,784$ Mpa dan 10,717 Mpa. Kekuatan tersebut tidak memenuhi kekuatan rencana pada umur 14 & 28 hari yaitu sebesar 20 Mpa. Hal tersebut di sebabkan karena limbah pecahan keramik kurang layak untuk di jadikan campuran beton karena sulit menyerap air serta permukaannya yang licin sehingga agregat sulit menyatu dengan bahan yang lain.

Kata Kunci: Beton, kuat tekan beton, pecahan keramik

ABSTRACT

Concrete has become a highly popular construction material in various building projects in Indonesia, such as office buildings, housing, and hospitals, due to its advantages like ease of construction, weather resistance, and low maintenance costs. However, the use of natural coarse aggregates remains limited, and over-exploitation can negatively impact the environment. Therefore, this research aims to utilize ceramic waste as an alternative to natural coarse aggregates in concrete production. Ceramic waste is generated from home or building renovations and is often underutilized. This study seeks to empower local resources and reduce waste by incorporating ceramic waste into concrete. The compressive strength results for concrete at 14 and 28 days show that the 0% variation (normal concrete) has an average compressive strength of 13.784 mpa and 10.717 mpa, respectively. The 10% variation has average compressive strengths of 9.637 mpa and 10.480 mpa, the 20% variation yields 13.398 mpa and 9.490 mpa, and the 30% variation shows 9.6387 mpa and 10.025 mpa. The optimal addition variation for compressive strength at 14 and 28 days is 0.00% (normal concrete), with average strengths of 13.784 mpa and 10.717 mpa. This strength does not meet the planned strength of 20 mpa for both 14 and 28 days. This is attributed to the unsuitability of ceramic waste as a concrete mix component due to its poor water absorption and smooth surface, making it difficult for the aggregates to bond with other materials.

Keywords: concrete, compressive strength of concrete, ceramic waste

PENDAHULUAN

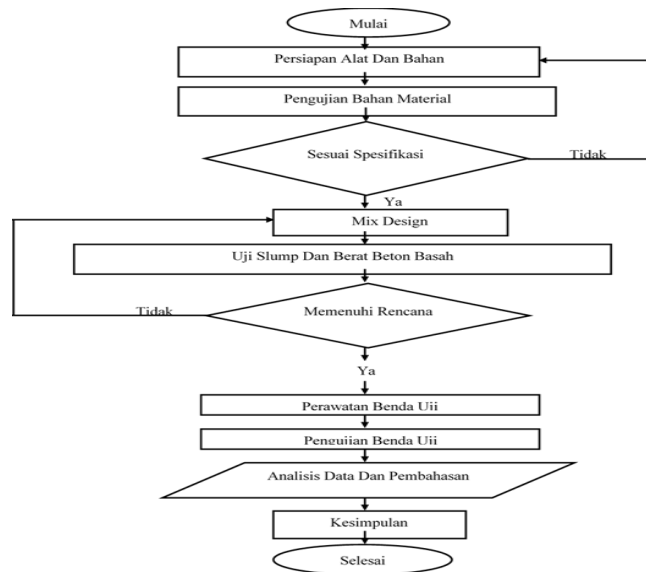
Pembangunan infrastruktur di Indonesia terus berkembang pesat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Kenaikan pembangunan ini juga meningkatkan material beton seperti semen, air, agregat halus dan agregat kasar dalam jumlah yang signifikan. Ketersediaan bahan kombinasi beton perlu ditingkatkan agar tidak terjadi kekurangan selama pembangunan struktur bangunan. Untuk mengatasi hal ini, penting untuk membatasi penggunaan agregat kasar alam dan mencari alternatif pengganti berupa limbah padat. Menurut standar SNI 03-2847-2019, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture). Beton menjadi bahan konstruksi yang sangat populer dalam berbagai proyek pembangunan di Indonesia, seperti gedung perkantoran, perumahan, dan rumah sakit, karena memiliki keuntungan seperti kemudahan konstruksi, ketahanan terhadap cuaca, dan biaya pemeliharaan yang rendah. Namun, penggunaan agregat kasar alam terus terbatas, dan pemakaian berlebihan dapat berdampak negatif pada lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba memanfaatkan limbah pecahan keramik sebagai alternatif pengganti agregat kasar alam dalam pembuatan beton. Limbah pecahan keramik dihasilkan dari renovasi rumah atau bangunan dan seringkali tidak dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk memberdayakan sumber daya lokal dan mengurangi limbah dengan memanfaatkan limbah pecahan keramik dalam pembuatan beton. Dengan mempertimbangkan variabel limbah pecahan keramik mulai dari 0% ; 10%; 20% hingga 30%, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh limbah pecahan keramik sebagai substitusi agregat kasar pada beton normal, khususnya dalam mengukur kuat tekan beton pada tingkat kekuatan tertentu (f_c' 20 Mpa). Judul penelitian ini adalah "Studi Pengaruh Limbah Pecahan Keramik sebagai Substitusi Agregat Kasar pada Beton Normal" dengan harapan dapat memberikan informasi mengenai potensi pemanfaatan limbah keramik dalam industri konstruksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang dilakukan secara eksperimental. Data ini diperoleh dari percobaan yang dilakukan di laboratorium Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro. Fokus utama penelitian ini adalah beton normal yang mengandung bahan tambahan limbah pecahan keramik sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% dari total kebutuhan bahan material beton normal

BAGAN ALIR PENELITIAN

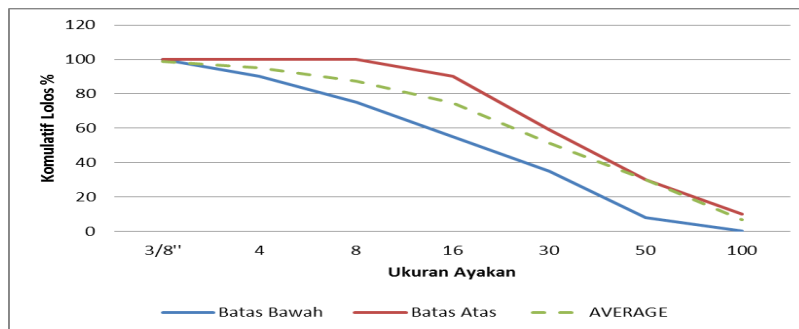
Berdasarkan studi pustaka yang telah di jelaskan pada bab sebelumnya Dengan pembuatan alur penelitian ini, diharapkan penelitian berjalan sesuai dengan rencana yang telah disusun sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

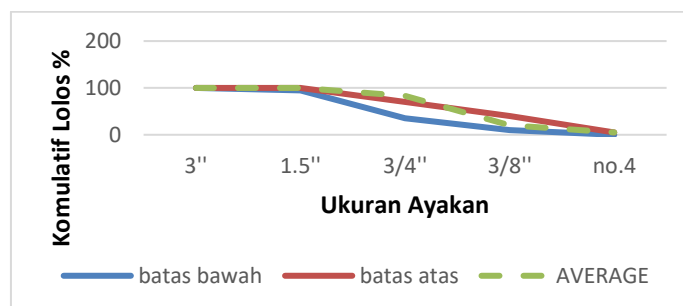
HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa tahap awal dalam penelitian ini meliputi uji properti, yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan mix design dan benda uji. Gambar 2 menunjukkan hasil dari gradasi agregat halus.



Gambar 2. Gradasi agregat halus

Gambar 2 menunjukkan agregat halus yang di gunakan dalam pembuatan benda uji tergolong gradasi zona 2 dengan fine modulus (FM) 2.55.



Gambar 3. Gradasi agregat kasar

Kemudian untuk agregat kasar tergolong pada gradasi zona max 40 mm dengan fine modulus (FM) 1,92.

Setelah merencanakan mix design, langkah selanjutnya adalah job mix yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro. Perawatan beton dilakukan dengan merendamnya dalam air selama 21 dan 28 hari. Setelah job mix, dilakukan penimbangan beton segar untuk mengetahui berat jenis beton segar. Berikut adalah hasil perhitungan berat jenis beton segar.

Persentase Penambahan ASK	Berat Beton Basah (Kg)	Berat Wadah (Kg)	Berat Air (kg)	Volume Wadah (m ³)	Berat Jenis Beton Basah (kg/m ³)
	1	2	3	4	(1) : (4)
0%	10,440	0,143	6773,00	0,00677	1541,41
10%	10,220	0,143	6773,00	0,00677	1508,93
20%	9,210	0,143	6773,00	0,00677	1359,81
30%	10,320	0,143	6773,00	0,00677	1523,70

Berdasarkan tabel hasil perhitungan berat jenis beton segar, diperoleh data bahwa berat jenis beton segar dengan variasi normal adalah 1541,41 kg/m³, variasi 10% sebesar 1508,93 kg/m³, variasi 20% sebesar 1508,93 kg/m³, dan variasi 30% sebesar 1523,70 kg/m³. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap penambahan variasi limbah pecahan keramik cenderung mengurangi berat jenis beton segar. Setelah perhitungan berat jenis beton segar, dilakukan uji kekuatan tekan beton dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 14 hari

Persentase Campuran	Umur	No. Benda Uji	Berat (Kg)	Beban max load (N)	Penampang (A)	Kuat Tekan Fc' (Mpa)	Rata - Rata (Mpa)
0%	14 Hari	1	12,410	1943,3	176,714	10,997	10,72
		2	12,470	1326,5	176,714	7,503	
		3	12,380	1555,5	176,714	8,799	
		4	12,210	2149,1	176,714	12,157	
		5	12,110	2479,6	176,714	14,026	
		6	12,390	1914,2	176,714	10,828	
10%	14 Hari	1	12,260	1501,8	176,714	8,495	10,48
		2	12,170	2092,7	176,714	11,838	
		3	12,360	2059,4	176,714	11,649	
		4	12,340	1964,1	176,714	11,111	
		5	12,300	1426,0	176,714	8,067	
		6	12,220	2072,3	176,714	11,722	
20%	14 Hari	1	12,120	2243,0	176,714	12,688	9,49
		2	12,270	1658,6	176,714	9,382	

		3	12,110	1930,9	176,714	10,922	
		4	12,240	1310,9	176,714	7,416	
		5	12,210	1635,2	176,714	9,250	
		6	12,030	1288,0	176,714	7,286	
	14 Hari	1	11,970	1812,8	176,714	10,255	
		2	12,030	1737,2	176,714	9,826	
		3	11,970	1681,6	176,714	9,512	
30%		4	12,000	1974,6	176,714	11,170	10,03
		5	12,030	1633,1	176,714	9,238	
		6	12,130	1794,8	176,714	10,153	

Sumber : Hasil pengujian dilaboratorium

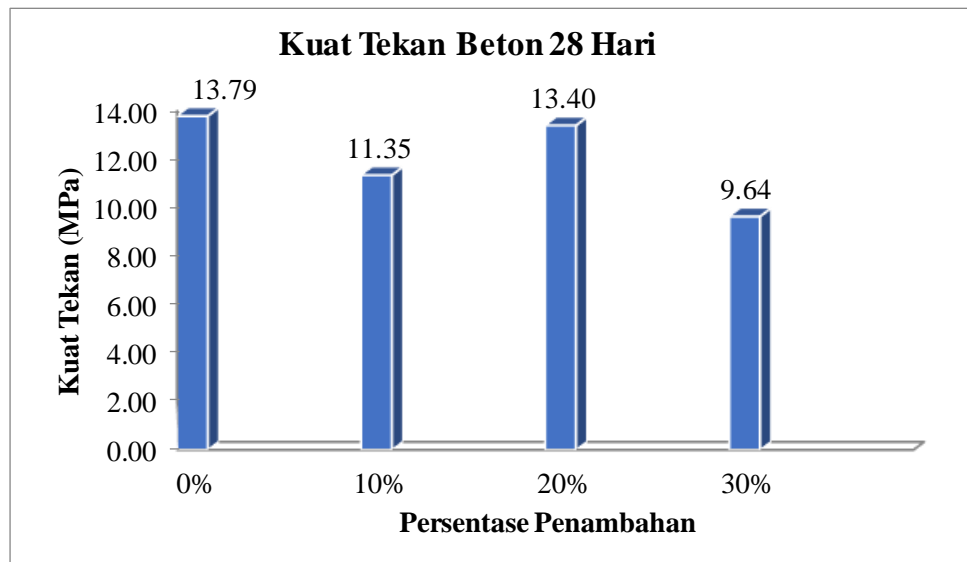
Tabel 4. Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Persentase Campuran	Umur	No. Benda Uji	Berat (Kg)	Beban max load (N)	Penampang (A)	Kuat Tekan Fc' (Mpa)	Rata - Rata (Mpa)
	28 Hari	1	12,140	2616,9	176,714	14,809	
	28 Hari	2	12,160	2603,4	176,714	14,733	
	28 Hari	3	12,770	2197,6	176,714	12,436	
0%	28 Hari	4	12,080	2132,5	176,714	12,068	13,79
	28 Hari	5	12,100	2448,4	176,714	13,855	
	28 Hari	6	12,070	2622,4	176,714	14,840	
	28 Hari	1	12,290	1991,0	176,714	11,267	
	28 Hari	2	12,240	2189,9	176,714	12,392	
	28 Hari	3	12,190	2070,5	176,714	11,717	
10%	28 Hari	4	12,240	1763,1	176,714	9,977	11,35
	28 Hari	5	12,320	2009,1	176,714	11,370	
	28 Hari	6	12,240	2009,0	176,714	11,369	
	28 Hari	1	12,110	2186,8	176,714	12,375	
	28 Hari	2	12,070	2613,7	176,714	14,791	
20%	28 Hari	3	12,220	2224,4	176,714	12,588	13,40
	28 Hari	4	12,120	2519,7	176,714	14,259	
	28 Hari	5	12,120	2542,9	176,714	14,390	

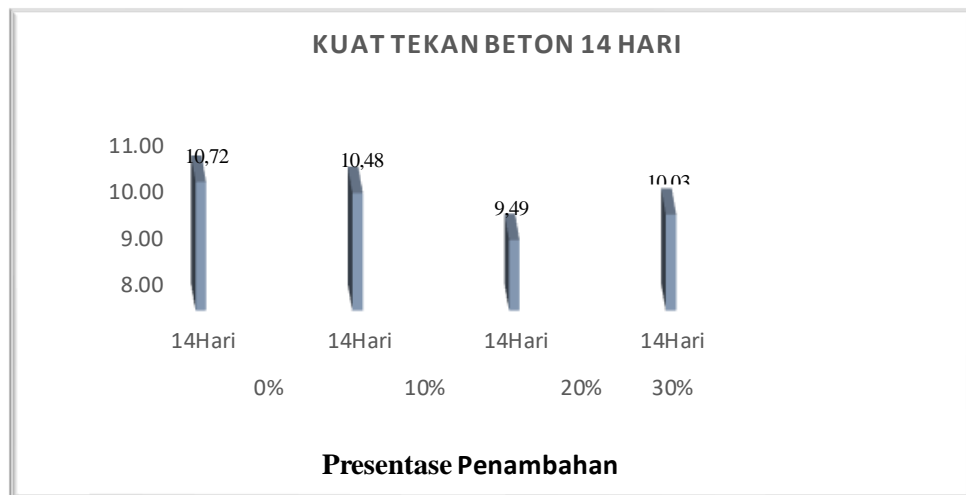
	28 Hari	6	12,220	2124,0	176,714	12,020	
	28 Hari	1	11,980	1459,9	176,714	8,262	
	28 Hari	2	12,180	1744,1	176,714	9,870	
30%	28 Hari	3	12,040	1292,1	176,714	7,312	9,64
	28 Hari	4	12,030	2072,4	176,714	11,728	
	28 Hari	5	12,110	1572,2	176,714	8,897	
	28 Hari	6	12,240	2083,8	176,7147	11,792	

Sumber : Hasil pengujian dilaboratorium

Untuk memudahkan membaca setiap variasi maka disajikan dengan gambar .



Gambar 4. Hasil Kuat Tekan 28 Hari



Gambar 5. Hasil Kuat Tekan 14 Hari.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton di atas dapat diketahui bahwa penambahan *limbah pecahan keramik* tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton. Variasi penambahan yang optimal adalah 0,00% (beton normal) pada umur 14 & 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata 10,72Mpa & 13,79Mpa , variasi 10% pada umur 14 & 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata 10,48Mpa & 11,35Mpa, variasi 20% umur 14 & 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata 9,49Mpa & 13,40Mpa dan untuk variasi 30% umur 14 & 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata 10,03Mpa & 9,64Mpa. Dari hasil kuat tekan tersebut semuanya kurang dari 20MPa, sehingga tidak memenuhi kuat tekan yg di rencanakan *limbah pecahan keramik* yang nilai serapnya air kurang karena kurang cermatnya peneliti pada proses adukan material yang menyebabkan material tidak tercampur merata, serta Buruknya perawatan terhadap bahan penyusun beton mempengaruhi nilai kekuatan beton yang direncanakan

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis hasil tes, hasil kekuatan tekan beton setelah 14 hari adalah sebagai berikut, Kekuatan tekan rata -rata dari varian 0% (beton normal) tanpa campuran adalah 10,72 MPa, dan kekuatan tekan rata -rata dari Varian campuran limbah pecahan keramik 10% didapat sebesar 10,48 MPa. Kuat tekan rata-rata varian campuran limbah pecahan keramik 20% sebesar 9,49 MPa, kuat tekan rata-rata varian campuran limbah pecahan keramik 30% sebesar 10,03 Mpa

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan terlihat jelas adanya penambahan limbah pecahan keramik tidak meningkatkan kuat tekan. Hal ini disebabkan limbah pecahan keramik yang sulit menyerap air pada proses adukan material yang menyebabkan material tidak tercampur merata, Kurangnya perawatan terhadap material penyusun beton juga mempengaruhi nilai kekuatan beton yang direncanakan.

2. Dari hasil uji kuat tekan beton yang dilakukan sebagaimana terlampir pada bab 4 maka dapat disimpulkan bahwa limbah pecahan keramik kurang layak untuk dijadikan campuran beton sehingga sulit menyerap air dan permukaan licin sehingga sulit menyatu dengan bahan yang lainnya.

3. Hasil kuat tekan beton adalah sebagai berikut :

□ Untuk hasil kuat tekan beton umur 14 dan 28 hari variasi penambahan 0% (beton normal) memiliki kuat tekan rata-rata 13,784 Mpa dan 10,717 Mpa , variasi 10% memiliki kuat tekan rata-rata 9,637 Mpa dan 10,480 Mpa , variasi 20% memiliki kuat tekan rata-rata 13,398 Mpa dan 9,490 Mpa , dan untuk variasi 30% memiliki kuat tekan rata-rata 9,6387 Mpa dan 10,025 Mpa.

4. Variasi penambahan yang optimal untuk tekan umur 14 dan 28 hari adalah 0,00% (beton normal) kuat tekan memiliki kuat tekan rata-rata $f'c = 13,784$ Mpa dan 10,717 Mpa. Kekuatan ini tidak sesuai dengan kekuatan rencana setelah umur 14 dan 28 hari, yaitu 20 MPa..

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni dan Nugraha, 2007. *Teknologi Beton*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- ASTM Standards, 2004, *ASTM C 150 150 – 04 Standards Specification For Portland Cement*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Murdock, L. J. dan Brook, K. M., 1999, *Bahan dan Praktek Beton*; diterjemahkan oleh Ir. Stephanus Hendarko, Jakarta: Erlangga
- PBI 1971. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- Sebayang, Surya. 2000. *Diktat Bahan Bangunan Volume I-Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- SK SNI S 04-1989-F, 1989. *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990. *Metode pengujian analisis saringan Agregat halus dan kasar*, Penerbit Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1969-2008. *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1970-2008. *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1972-1990. *Metode Pengujian Slump Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-281-1992. *Metode Pengujian Kotoran Organik dalam Pasir*. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4142-1996. *Metode Pemeriksaan Bahan Lolos Saringan No. 200*. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6820-2002. 2002. *Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 15-2049-2000. *Semen Portland*. Badan Standardisasi Nasional, 2000, Jakarta.

- SNI 15-2049-2004. *Semen Portland Pozolan*. Badan Standardisasi Nasional, 2004, Jakarta.
- SNI 1974:2011. *cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standardisasi nasional (BSN).
- SNI T-15-1990-03. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. 1996. *Teknologi beton*. Nafitri: Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2012. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit KMTS FT UGM. Yogyakarta.
- Yuri Khairizal, Alex Kurniawandy, dan Alfian Kamaldi (2015). *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Sifat Mekanis Beton*. Jom FTEKNIK Volume 2 No. 2 Oktober 2015.
- Gusti Fernandes, Y., Ishak, I. dan Susanti Yusman, A. (2022) “Analisis Substitusi Agregat Kasar Menggunakan Limbah Ban Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton,” *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), hal. 154–159. Tersedia pada: <https://doi.org/10.33559/err.v1i2.1139>.
- Intan Sari, R.A., Wallah, S.E. dan Windah, R.S. (2015) “Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai,” *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), hal. 68–76.
- Melinda, S., Dapas, S.O. dan Sumajouw, M.D.. (2020) “Studi Eksperimental Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Kapur Dan Batu Apung Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen,” *Jurnal Sipil Statik*, 8(5), hal. 671–678.