

Pengaruh Perendaman Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton

The Influence of Sea Water Immersion on Concrete Compressive Strength

Sari Alfiani Anugrah¹, Mohammad Aris², Herlina Arifin³, Muhammad Nur Fajar³, Didik Setyo Purwantoro⁴

(1,2,3) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong

Abstrak

Penelitian ini menyajikan uji eksperimental pengaruh air laut terhadap kuat tekan pada beton. Antara beton normal (BN) dengan beton campuran air laut (BL) untuk perendaman hingga umur sampel 14 hari dan 28 hari, kemudian dilakukan uji kuat tekan pada masing-masing variasi. Hasil uji kuat tekan beton pada beton normal untuk perendaman umur sampel 14 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 24,29 Mpa dan pada umur sampel 28 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 27,47 Mpa. Sedangkan hasil uji kuat tekan beton pada beton campuran air laut untuk perendaman umur sampel 14 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 22,81 Mpa dan pada umur sampel 28 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 27,47 Mpa. Dari hasil penelitian pada umur sampel 14 hari dan 28 hari beton air laut mengalami penurunan 3,18% pada umur sampel 14 hari dan 1,92% pada umur sampel 28 hari dibandingkan beton normal. Dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tekan yang rendah pada beton dengan campuran air laut dipengaruhi oleh terjadinya salt damage pada sampel beton dikarenakan tingginya kadar garam yang terkandung dalam beton sehingga merusak ikatan pada beton.

Kata Kunci: Air laut, Beton, Kuat tekan

Abstract

This research presents experimental tests of the effect of seawater on the compressive strength of concrete. Between normal concrete (BN) and seawater mixed concrete (BL) for soaking up to the sample age of 14 days and 28 days, then the compressive strength test is carried out on each variation. The results of the concrete compressive strength test on normal concrete for immersion of 14-day sample age obtained an average compressive strength of 24.29 Mpa and at 28-day sample age obtained an average compressive strength of 27.47 Mpa. While the results of the concrete compressive strength test on seawater mixed concrete for immersion of the 14-day sample age obtained an average compressive strength of 22.81 Mpa and at the age of the 28-day sample obtained an average compressive strength of 27.47 Mpa. From the research results at the sample age of 14 days and 28 days seawater concrete decreased by 3.18% at the sample age of 14 days and 1.92% at the sample age of 28 days compared to normal concrete. It can be concluded that the low compressive strength results in concrete with seawater mixtures are influenced by the occurrence of salt damage in concrete samples due to the high levels of salt contained in the concrete so that it damages the bond in the concrete.

Keywords: Seawater, Concrete, Compressive strength

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan, yang memiliki produksi air bersih mulai dari tahun 2018-2022 terus meningkat yang dimana pada tahun 2022 itu sebesar 5.267,5 juta m³ atau meningkat sebesar 0,28% dari produksi air bersih tahun sebelumnya. Sehingga dalam waktu dekat, air bersih akan sangat sulit untuk didapatkan dan terbatas (Statistics, 2023).

Air memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan namun pengelolaan Sumber Daya Air masih kurang cukup di Kota Sorong. Sehingga perlu diberikan perhatian yang lebih serius, hal ini dikarenakan terjadinya krisis air bersih dan banjir pada saat yang hampir bersamaan (Pristianto, 2018). Seluruh wilayah Kabupaten/Kota di Papua Barat berbatasan dengan laut, namun hanya 37,04% desa yang berada di daerah pesisir (Tirsa fajrin mochtar, 2018).

Untuk mengatasi kekurangan air bersih yang berada di pulau terpencil yang sulit mengakses air bersih, perlu dipertimbangkan material alternatif seperti penggunaan air laut untuk konstruksi beton dalam dalam pembangunan infrastruktur dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti kuat tekan beton. Mutu dan kekuatan beton sangat dipengaruhi oleh komposisi campuran beton dan perawatan dalam pembuatan beton yang dimana air merupakan material penyusun beton yang nantinya akan bereaksi dengan semen agar menjadi pasta pengikat agregat, sehingga peran air merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan beton (Yurnalis et al., 2023).

(*)Corresponding author

Telp : +62 812-4073-6465

E-mail : sarialfianianugrah2002@gmail.com

<http://doi.org/xxx>

Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun

E-ISSN: 2961-8479

Berdasarkan hasil studi kelayakan menurut (Victor & Bella, 2019) dan (Agus, 2022) ditemukan bahwa penggunaan air laut pada campuran beton mengalami penurunan dibandingkan dengan campuran beton yang mengandung air bersih.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Teori

Beton

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat” (SNI 03-2834-2000, 2000). Pada umumnya beton terdiri dari \pm 15% semen, 8% air, 3% udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya, perbandingan campuran, cara mencampur, cara mengangkut, cara mencetak, cara memadatkan, cara merawat dan sebagainya yang akan mempengaruhi sifat-sifat beton (Sumarno, 2018)

Semen

Menurut SNI 03-2834-2000, 2000, Semen merupakan bahan perekat yang digunakan dalam konstruksi untuk menyatukan material-material bangunan, yang dimana senyawa dalam semen akan bereaksi jika bercampur dengan air dan membentuk pasta yang akan mengeras dan menempel erat pada material.

Agregat

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami buatan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran terbesar 5,0 mm atau agregat halus yang lolos saringan no.4 atau ukuran (ukuran 4,75 mm) sesuai SNI 03-2847-2002

Agregat kasar (kerikil) merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar antara 5 mm sampai 40 mm atau tertahan pada saringan no.4 (ukuran 4,75 mm). Dalam penggunaannya harus memenuhi syarat-syarat sesuai SNI 03-2847-2002

Air

Air merupakan salah satu bahan yang memiliki peran penting dalam pencampuran beton, namun air tersebut harus memiliki kualitas yang baik agar dapat memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Sesuai dengan persyaratan SNI 03-2847-2002 air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran betony aitu harus bersih dari bahan organik, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan, dan air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton.

Air Laut

Air di laut biasa disebut sebagai air laut yang merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam, bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Kandungan kimia utama dari air laut adalah klorida (Cl), natrium (Na), magnesium (Mg), Sulfat (SO₄). Nilai pH air laut bervariasi antara 7,5 –8,5. Air laut umumnya dapat menyebabkan kerusakan mortar baik dengan reaksi fisik maupun reaksi kimia. Proses hidrasi semen, selain menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H), yang bersifat sebagai perekat juga menghasilkan kalsium hidroksida atau Ca(OH)₂. Magnesium sulfat (MgSO₄). merupakan bahan kimia dalam air laut yang paling berpengaruh terhadap agresi pada mortar (Wedhanto, 2017)

Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan pada benda uji kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* dengan kapasitas 1500 kN. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memasukkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan kemudian alat tersebut akan bekerja dengan cara memberikan beban maksimal sehingga benda uji tidak bisa lagi menahan beban dari alat tersebut. Pengujian kuat tekan ini dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari.

Persamaan (Rumus/Formulasi)

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Kuat tekan beton dapat dicari dengan rumus sesuai SNI-1974-2011

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

Dengan:

σ = Kuat tekan

A = Luas penampang sampel uji

P = Gaya tekan/Beban (N)

METODE

Tahap persiapan

Tahapan persiapan merupakan suatu tahapan dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan persiapan penelitian diantaranya studi literatur, persiapan peralatan, persiapan bahan, tempat pengujian, karakteristik bahan, penentuan mix design dan teknis pelaksanaan. Penelitian tersebut dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong.

Tahap Pengujian Agregat

Pengujian karakteristik agregat untuk memastikan apakah bahan yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi spesifikasi atau tidak. Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan terdiri dari pengujian berat jenis dan penyerapan, berat isi, analisa saringan, kadar lumpur dan keausan. Pengujian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tahap perancangan campuran beton

Perencanaan campuran (mix design) dilakukan mengacu pada SNI 03-2834-2000 hasil dari mix design ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

Tahap pembuatan sampel uji beton

Sampel uji yang digunakan berupa kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan kuat tekan rencana $f'c$ 24 Mpa yang terdiri dari beton normal dan beton campuran air laut.

Tahapan perendaman sampel uji

Perawatan untuk semua sampel uji dilakukan selama 14 hari dan 28 hari dengan cara merendam sampel uji di dalam bak perendaman dengan air tawar.

Tahap pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memasukkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan kemudian alat tersebut akan bekerja dengan cara memberikan beban maksimal sehingga benda uji tidak bisa lagi menahan beban dari alat tersebut. Pengujian kuat tekan ini dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Pemeriksaan karakteristik agregat yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Adapun hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Interval	SNI	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Berat jenis				
	Berat jenis kering	1,6 – 3,3	SNI 03-1970-1990	2,59	Memenuhi
	Berat jenis SSD	1,6 – 3,3	SNI 03-1970-1990	2,59	Memenuhi
	Berat jenis semu	1,6 – 3,3	SNI 03-1970-1990	2,71	Memenuhi
2	Penyerapan air	Maks. 2%	SNI 03-1970-1990	0,56%	Memenuhi
3	Berat Isi				
	a. Kondisi	1,4 – 1,9	SNI 1973-2008	1,54 gr/cm ³	Memenuhi

	lepas	gr/cm ³			
	b. Kondisi padat	1,4 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973-2008	1,66 gr/cm ³	Memenuhi
4	Analisa saringan	Daerah 1-4	S NI 03-2847-2002	Daerah 3	Memenuhi
5	Kadar lumpur	Maks. 5%	SNI 03-2847-2002	1,10%	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar

Dari hasil rekapitulasi pada Tabel 1. didapatkan bahwa pengujian karakteristik agregat halus telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Interval	SNI	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Penyerapan	0,2% - 4%	SNI 1961-2016	1,80%	Memenuhi
2	Berat jenis				
	Berat jenis kering	1,6 – 3,2	SNI 1961-2016	2,24	Memenuhi
	Berat jenis SSD	1,6 – 3,2	SNI 1961-2016	2,53	Memenuhi
	Berat jenis semu	1,6 – 3,2	SNI 1961-2016	3,14	Memenuhi
3	Berat isi				
	a. Kondisi lepas	1,6 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973-2008	1,60 gr/cm ³	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 – 1,9 gr/cm ³	SNI 1973-2008	1,73 gr/cm ³	Memenuhi
4	Analisa saringan	Daerah 1-3	SNI 03-2847-2002	Daerah 2	Memenuhi
5	Keausan	15% - 50%	SNI 2417-2008	16,41%	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian

Dari hasil rekapitulasi pada Tabel 2. didapatkan bahwa pengujian karakteristik agregat kasar telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Komposisi Campuran Beton

Dari hasil perhitungan dan uji coba rancangan campuran (mix design) beton, diperoleh volume campuran uji sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi Campuran Beton

Banyak bahan (teoritis)	Semen (Kg)	Air (Kg/L)	Air Laut (Kg/L)	Agr. halus (Kg)	Agr.Kasar (Kg)	Superplasticizer (Kg/ L)
Tiap m ³	400	205	0,00	640,1	1089,9	0,00
Tiap campuran uji 0,023						
Beton Normal	9,32	4,77	0,00	14,91	25,38	0,00
Beton Campuran Air Laut	9,32	0,00	4,77	14,91	25,38	0,00

Sumber: Hasil Penelitian

Dari Tabel 3 didapatkan komposisi campuran untuk beton normal dan beton campuran air laut dengan masing-masing terdiri dari 6 sampel uji..

Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton pada umur sampel 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut ini :

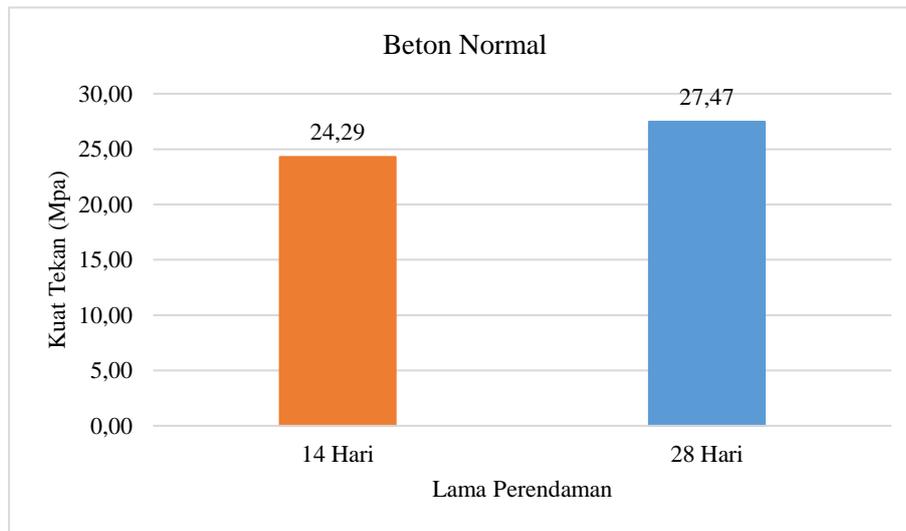
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Notasi	Kuat Tekan Rata-rata		Target Kuat Tekan Mpa	Keterangan
	Umur Sampel 14 Hari Mpa	Umur Sampel 28 Hari Mpa		
Beton Normal	24,29	27,47	24	Memenuhi
Beton Air Laut	22,81	24,73	24	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton air laut memenuhi kuat tekan yang ingin dicapai yaitu 24 Mpa.

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil uji kuat tekan beton pada beton normal untuk perendaman umur sampel 14 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 24,29 Mpa dan pada umur sampel 28 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 27,47 Mpa. Hasil perbandingannya dapat dilihat pada gambar

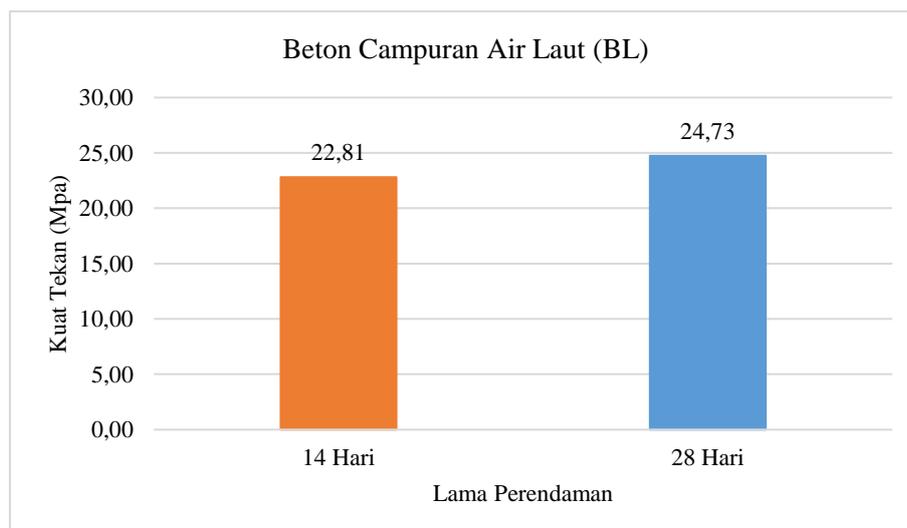


berikut.

Gambar 1. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal
Sumber: Hasil Penelitian

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa hasil kuat tekan rerata pada beton normal untuk umur sampel 14 hari dan umur sampel 28 hari mengalami kenaikan sebesar 3,18%.

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil uji kuat tekan beton pada beton campuran air laut untuk perendaman umur sampel 14 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 22,81 Mpa dan pada umur sampel 28 hari didapatkan kuat tekan rerata sebesar 27,47 Mpa. Hasil Perbandingannya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran Air Laut
Sumber: Hasil Penelitian

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa kuat tekan pada beton campuran air laut untuk umur sampel 14 hari dan umur sampel 28 hari mengalami kenaikan sebesar 1,92%. Dari hasil pengujian kuat tekan beton,

beton air laut menjadi material yang digunakan sehingga perlu diketahui bagaimana pengaruh air laut dalam pencampuran beton.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat perbandingan antara beton normal dengan beton campuran air laut. Dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton campuran air laut mengalami penurunan 3,18% pada umur sampel 14 hari dan 1,92% pada umur sampel 28 hari dibandingkan beton normal.

Hal ini dikarenakan material yang ada pada air laut seperti garam dalam air yang dapat bereaksi dengan bahan penyusun beton seperti semen yang dapat mempengaruhi proses hidrasi. Proses hidrasi pada semen yang tidak sempurna dapat mengurangi kekuatan dan kualitas beton yang dihasilkan. Adapun penyebab lainnya pada air laut yaitu dimana pembentukan garam pada air membentuk struktur yang lebih padat jika terkena dengan semen yang memiliki bahan kimia yang dapat mengubah struktur pori beton sehingga mengurangi kuat tekan pada beton.

Adapun pengaruh secara fisik yang dilihat selama dilakukannya perendaman sampel uji pada beton dengan campuran air laut yaitu terjadinya salt damage pada sampel beton. Dimana salt damage adalah fenomena yang terjadi ketika tingginya kadar garam yang terkandung pada beton dan mendatangkan unsur klorida sehingga dapat merusak ikatan pada beton.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil pengujian kuat tekan rerata beton normal sebesar 24,29 Mpa pada umur sampel 14 hari dan sebesar 27,47 Mpa pada umur sampel 28 hari. Sedangkan pada hasil pengujian kuat tekan rerata beton dengan campuran air laut sebesar 22,81 Mpa untuk umur sampel 14 hari dan sebesar 24,73 Mpa pada umur sampel 28 hari, menunjukkan hasil kinerja kuat tekan beton dengan campuran air laut lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton normal. Dapat disimpulkan bahwa hasil kuat tekan yang rendah pada beton dengan campuran air laut dipengaruhi oleh terjadinya salt damage pada sampel beton. Dimana salt damage adalah fenomena yang terjadi ketika tingginya kadar garam yang terkandung pada beton dan mendatangkan unsur klorida sehingga dapat merusak ikatan pada beton.

REFERENSI

- Agus, I. (2022). Pemanfaatan Air Laut Pada Beton Ditinjau Terhadap Nilai Kuat Tekan. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 11(2), 63–67. <https://doi.org/10.55340/jmi.v11i2.1004>
- Pristianto, H. (2018). *Studi Kelayakan Bendungan Remu Kota Sorong*. I. <http://dx.doi.org/10.31227/osf.io/dbaj5>
- SNI-1974. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974-2011. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 20.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 03-2847-2002. (n.d.). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*.
- Statistics, W. S. (2023). *STATISTIK*.
- Sumarno, F. (2018). ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TINGGI TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN AIR LAUT DAN BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER OLEH. *Gender and Development*, 120(1), 0–22.
- Tirsa fajrin mochtar, A. pamudjiyanto. (2018). *POTENSI SUMBER DAYA AIR DI KOTA DAN KABUPATEN SORONG Tirsa Fajrin Mochtar 1*, Agung pamudjiyanto 2). 27. <https://osf.io/preprints/inarxiv/yv7md/>

- Victor, & Bella, S. (2019). *Studi Kelayakan Penggunaan Air Laut Untuk Campuran Beton*. 19–24.
- Wedhanto, S. (2017). *Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton Yang Terbuat Dari Berbagai Semen Yang Ada di Kota Malang*. Vol 22, No, 21–30.
- Yurnalis, F., Sari, N. M., & Dafrimon. (2023). Pengaruh Variasi Kadar Air terhadap Kuat Tekan Beton dengan Campuran Superplastisizer. *Journal of Civil Engineering and Vocational Education*, 10(2), 501–506.
- SNI 2417-2008. (2008). Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–20.
- SNI 1971:2011. (2011). “Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan.” *Badan Standardisasi Nasional*, 1–11.
- SNI 03-2417-1991. (1991). Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. *Balitbang PU*, 12(12), 1–5.
- SNI 03-1970-1990. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis Agregat Halus. *Bandung: Badan Standarisasi Indonesia*, 1–17.