

## EVALUASI KARAKTERISTIK KUAT TEKAN BETON AGREGAT KASAR KORAL PENCAMPUR AIR LAUT

Adiwijaya<sup>1,\*</sup>, Irka Tangke Datu<sup>2</sup>, Agus Salim<sup>3</sup>, Muhammad Ryan Ardiansyah<sup>4,\*\*</sup>, Muhammad Hilal Priyatama<sup>5,\*\*</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The goal of the study was to evaluate the material characteristics and compressive strength of coral coarse aggregate used in seawater mixing as an environmentally friendly construction material, that can be applied for sustainable concrete infrastructures, especially in coastal areas and remote islands. The research was conducted by testing characteristics of the coral aggregate according to Indonesian Standard (SNI), followed by making concrete cylinders of 10 cm in diameter using Portland Composite Cement and coral coarse aggregate with a replacement of 0% (BNAL), 50% (BAKL- 50), and 100% (BAKL-100) of the volume of coarse aggregate, and used natural seawater as mixing water. The concrete mixtures were designed based on SNI 03-2834-2000 with a target strength of 17 MPa, which can be applied to structural concrete. Twenty-four hours after casting, the concrete cylinders were cured in seawater immersion for 28 days, then the concrete samples were tested in compression strength. The results revealed that the concrete sample of BAKL tended to decrease the unit weight of concrete by up to 10% of the BNAL concrete sample. In addition, the compressive strength of concrete showed concrete of BAKL-100 decreased by 37% compared to BNAL concrete.

**Keywords:** Coral Coarse Aggregate, Seawater Mixing, Compressive Strength

### ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengevaluasi karakteristik material agregat kasar koral dan kuat tekan beton agregat kasar koral dengan pencampur air laut sebagai material konstruksi ramah lingkungan yang dapat diterapkan pada pembangunan infrastruktur beton berkelanjutan, terutama di daerah pesisir dan pulau terpencil. Penelitian dilakukan dengan menguji sifat karakteristik agregat koral sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI), dilanjutkan membuat sampel silinder beton diameter 10 cm menggunakan semen Portland Composite Cement dan agregat kasar koral dengan persentase pengganti 0% (BNAL), 50% (BAKL-50), dan 100% (BAKL-100) dari berat volume agregat kasar, dan menggunakan air laut alami sebagai air pencampur. Komposisi campuran beton didesain berdasarkan SNI 03-2834-2000 dengan target kuat tekan 17 MPa yang dapat diterapkan pada beton struktural. Dua puluh empat jam setelah dicetak, sampel silinder beton dirawat dengan metode perendaman air laut mencapai 28 hari, kemudian sampel beton dilakukan uji tekan. Hasil penelitian diungkap bahwa berat volume sampel beton BAKL cenderung menurun mencapai maksimum 10% dari sampel beton BNAL. Demikian juga, hasil pengamatan kuat tekan beton diperoleh bahwa sampel beton BAKL-100 mengalami penurunan mencapai 37% dibandingkan beton normal BNAL.

**Kata Kunci:** Agregat Kasar Koral, Pencampur Air Laut, Karakteristik Kuat Tekan

### 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang paling umum digunakan pada bangunan infrastruktur. Material beton diperoleh dari campuran semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah) dan air sebagai pencampur, dan sering ditambahkan bahan kimia (*chemical admixtures*) untuk menghasilkan karakteristik beton tertentu. Perkiraan proporsi agregat dalam beton menempati 75% dari total volume material pembentuk beton, sehingga peranan agregat sangat signifikan mempengaruhi sifat karakteristik, kualitas mutu, dan durabilitas beton [1].

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, terdiri dari 17.580 pulau dengan garis pesisir pantai mencapai 81.000 km [2]. Kondisi geografis ini, sangat menuntut kebutuhan pembangunan infrastruktur kemaritiman, seperti fasilitas akses jalan, pelabuhan, dermaga, gedung, struktur penahan/pemecah gelombang (*break water*), dan struktur maritim lainnya. Semakin meningkat kebutuhan pembangunan infrastruktur, maka semakin meningkat permintaan kebutuhan material infrastruktur beton, seperti agregat dan air pencampur.

Permasalahan umum yang dapat ditemukan di masyarakat pesisir atau daerah terisolasi adalah sulitnya mendapatkan agregat normal (agregat sungai) dan air bersih untuk pembangunan infrastruktur beton. Kelangkaan ketersediaan material beton ini dapat dipengaruhi oleh faktor jarak tempuh sangat jauh dan lokasi terpencil yang sulit dijangkau. Solusi pilihan mengantisipasi permasalahan tersebut adalah menemukan material

---

\* Korespondensi penulis: Adiwijaya, Telp 081342487102, adiwijaya\_ali@poliupg.ac.id

\*\* Mahasiswa tingkat Diploma (D-3)

pengganti (alternatif), seperti pemanfaatan potensi batu koral laut sebagai agregat dan pemanfaatan air laut sebagai air pencampur pada pembangunan infrastruktur beton.

Umumnya, batu koral (limbah batu koral) terbawa oleh ombak yang terdampar dan tersebar di pesisir pantai. Limbah koral tersebut telah mengalami pemutihan, dan jika dibiarkan akan menjadi semakin bertambah dan menumpuk di sekitar pesisir pantai. Jumlah yang semakin bertambah setiap tahun, sehingga limbah batu koral dapat dikategorikan sebagai sumber daya yang dapat diperbaharui [3]. Fenomena limbah koral ini juga ditemukan oleh peneliti di daerah Pantai Lemo - Lemo Kabupaten Bulukumba. Berdasarkan hasil survey yang dilakukan, diperoleh sebaran batu koral ini mencapai 2.5 kg/m<sup>2</sup> sepanjang ± 2.2 km garis pesisir pantai Lemo-Lemo, sehingga batu koral ini sangat potensi dapat digunakan sebagai pengganti agregat beton.

Lautan (air laut) menempati proporsi 96.5% dari total keseluruhan air di bumi. Sementara itu, pemanfaatan air laut sebagai air pencampur dilarang dalam industri beton, karena dapat mempercepat proses korosi awal besi tulangan dalam beton akibat klorida dari air laut. Namun, dalam kondisi yang tidak dapat dihindari (*unavoidable circumstances*), air laut dapat digunakan sebagai air pencampur, tidak hanya untuk beton non struktur, tetapi juga pada beton struktural [4-5]. Jika penggunaan air laut diijinkan dalam produksi beton, maka memberikan manfaat sangat besar, seperti menghemat air bersih (antisipasi kelangkaan air), menghemat biaya infrastruktur beton di daerah pesisir atau pulau terpencil, dan dapat mereduksi emisi gas CO<sub>2</sub> dari proses pengangkutan material [6-7].

Penelitian terkait penggunaan agregat kasar koral terhadap kuat tekan beton dan pemanfaatan air laut sebagai air pencampur telah diriset oleh beberapa peneliti sebelumnya [8-11]. Namun, penelitian terkait pemanfaatan agregat koral dengan pencampur air laut belum diteliti secara komprehensif. Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan dan urgensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menginvestigasi karakteristik kuat tekan beton agregat kasar koral dengan pencampur air laut. Pengaruh pergantian agregat kasar koral dan pencampur air laut terhadap karakteristik beton segar dan kuat tekan beton akan dievaluasi.

## 2. METODE PENELITIAN

Material riset yang digunakan dalam studi adalah batu koral alami bersumber dari pesisir pantai Lemo-Lemo (5°34'59"S 120°23'28"E) Kabupaten Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan. Selanjutnya, batu koral alami diproduksi dan dipecahkan menjadi agregat kasar batu pecah koral ukuran maksimum 20 mm sebagaimana ditunjukkan Gambar 1. Sampel air laut sebagai air pencampur diambil pada akhir Bulan Mei 2022, sedangkan sampel air laut perawatan disiapkan pada awal Bulan Juni 2022. Hasil pengujian karakteristik sampel air laut alami sebagai air pencampur dideskripsikan pada Tabel 1, sedangkan kandungan klorida (Cl<sup>-</sup>) air laut perawatan diperoleh 20519 ppm. Lokasi sampel air laut sebagai air pencampur dan air perawatan diambil di Pantai Dusun Sampulungan, Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar (5°14'47"S 119°22'46"E).



Gambar 1. Material batu koral alami dan batu pecah koral (setelah diproduksi)

Tabel 1. Karakteristik air laut alami (*natural seawater*)

Sampel air laut	Sifat karakteristik		
	Klor, Cl <sup>-</sup> (ppm)	pH	Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> )
Air pencampur ( <i>mixing water</i> )	18105	7.897	1.02

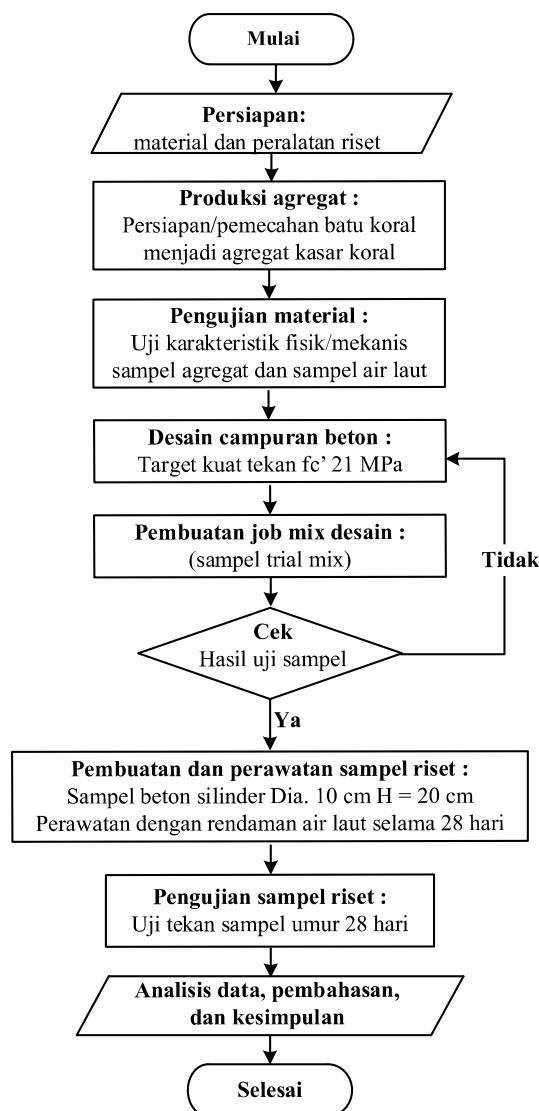
Tabel 2. Sifat karakteristik fisik agregat alami dan agregat koral

Karakteristik	Agregat halus (Pasir alami)	Aggregat kasar (Bt. Pecah)	Aggregat kasar (Bt. Pecah koral)
Kadar Lumpur (%)	7.91	3.32	1.31
Kadar Organik	Warna No. 2	-	-
Modulus Kehalusan	2.59	6.31	7.18
Berat Volume (kg/liter)	1.46	1.41	0.83
Berat Jenis SSD	2.51	2.57	1.99
Penyerapan (%)	3.20	2.98	14.98
Keausan (%)	-	25.72	41.82

Tabel 2 mendemonstrasikan hasil pengujian karakteristik agregat pasir alami, batu pecah, dan batu pecah koral. Analisis sifat karakteristik agregat diuji sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Society for Testing Material (ASTM)*. Selanjutnya, komposisi campuran beton yang digunakan pada penelitian mengacu pada standar SNI 03-2834:2000 sebagaimana diilustrasikan pada Tabel 3 [12]. Tiga komposisi campuran didesain dengan persentase pengganti batu pecah koral dari volume total agregat masing-masing sebesar 0% (BNAL), 50% (BAKL-50), dan 100% (BAKL-100) dengan Faktor Air Semen (FAS) 0.52 dan persentasi agregat halus (pasir alami) dari total kebutuhan agregat (s/a) sebesar 40%. Sedangkan, ukuran agregat kasar batu pecah alami dan batu pecah koral yang digunakan maksimum 20 mm. Dalam riset ini, lima belas sampel silinder beton diameter 10 cm dicetak untuk setiap variasi campuran, dan dua puluh empat jam setelah dicetak, sampel dilepas dari cetakan (*demolding*), lalu dirawat dengan metode perendaman air laut [13]. Setelah 28 hari perawatan, sampel-sampel silinder beton dilakukan pengujian kuat tekan sesuai SNI 1974:2011 [14]. Selanjutnya, prosedur proses pelaksanaan riset dideskripsikan pada diagram alir tahapan penelitian pada Gambar 2.

Tabel 3. Rancangan campuran dan sifat karakteristik beton segar

Uraian material	Komposisi campuran (kg/m <sup>3</sup> ) beton		
	BNAL	BKAL-50	BKAL-100
FAS	0.52	0.52	0.52
Persentase agregat kasar koral (%)	0	50	100
s/a (%)	40	40	40
Pencampur air laut	204	204	204
Semen PCC	393	393	393
Pasir alami	695	695	695
Batu pecah	1043	639	0
Batu pecah koral	0	404	808
Slump (cm)	8.0	8.0	9.5
Temperatur (°C)	30	29	30
Berat Vol. Beton Basah (Kg/m <sup>3</sup> )	2277	2125	2071



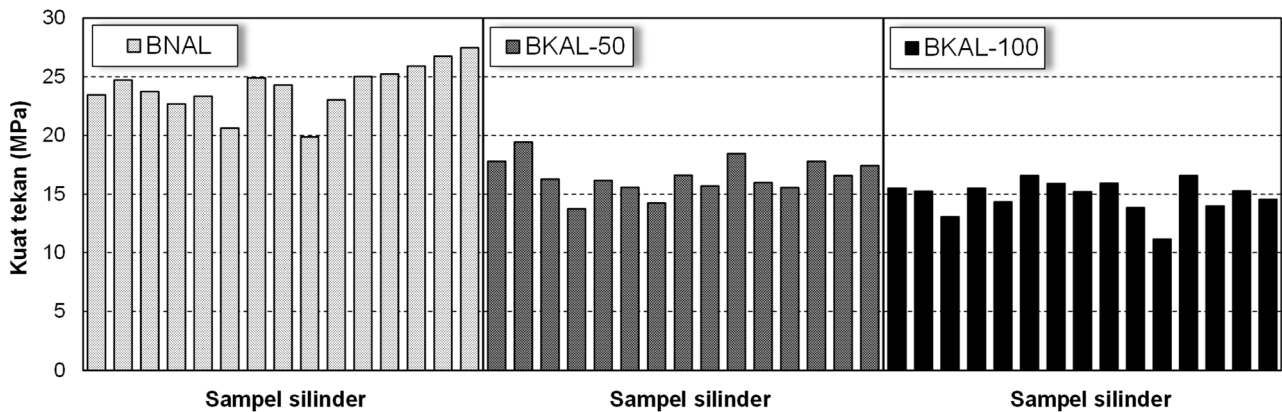
Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat kasar batu pecah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3, diperoleh bahwa sifat karakteristik berat jenis SSD batu pecah koral signifikan lebih kecil dibandingkan batu pecah normal, dan karakteristik penyerapan batu pecah koral signifikan lima kali lebih tinggi dibandingkan penyerapan batu pecah normal. Demikian pula, hasil pengamatan yang sama diperoleh pada nilai karakteristik keausan agregat, bahwa keausan batu pecah koral sebesar 41,82% signifikan lebih tinggi dibandingkan nilai keausan batu pecah mencapai 25,72%. Hasil yang didapatkan mengindikasikan bahwa agregat batu pecah koral tidak layak teknis diterapkan pada infrastruktur beton tahan aus, seperti jalan beton, dermaga, dan lainnya. Namun, hasil pengujian nilai keausan agregat batu pecah koral masih memenuhi syarat keausan agregat sebagaimana ditetapkan SNI 8321:2016, maksimum sebesar 50% ( $41.82\% < 50\%$ ) [15].

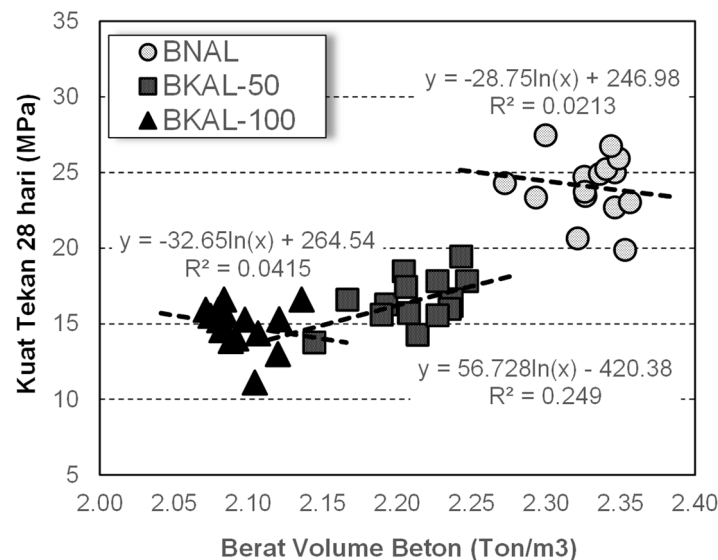
Pelaksanaan uji tekan beton dilakukan setelah sampel silinder dikaping (*capping*) dengan lapisan belerang sesuai standar SNI 6369:2008 [16]. Gambar 3 memperlihatkan karakteristik kuat tekan silinder beton. Hasil uji tekan diperoleh kuat tekan rata-rata ( $f_{cr}$ ) dari lima belas sampel silinder beton mencapai 24.08 MPa, 16.50 MPa, dan 15.12 MPa pada masing-masing variasi sampel BNAL, BAKL-50, dan BAKL-100. Hasil pengujian kuat tekan mengungkapkan bahwa kuat tekan sampel beton agregat koral BAKL cenderung menurun dibandingkan kuat tekan sampel beton agregat normal BNAL. Semakin tinggi persentase substitusi agregat batu pecah koral, semakin rendah kuat tekan beton. Kuat tekan beton menurun sebesar 31% pada sampel beton BAKL-50 dan 37% turun pada sampel beton BAKL-100 dibandingkan kuat tekan sampel beton BNAL. Berdasarkan hasil temuan dapat disimpulkan bahwa, beton agregat kasar koral pencampur air laut BAKL

dengan persentase substitusi batu pecah koral  $\geq 50\%$ , tidak efektif diaplikasikan pada infrastruktur beton struktural dengan ketentuan  $f_c' \geq 17$  MPa sesuai SNI 2847:2019 [17].



Gambar 3. Karakteristik kuat tekan sampel beton BNAL, BAKL-50, dan BAKL-100

Demikian pula, hasil pemeriksaan berat volume sampel beton BAKL berat volume cenderung menurun dibandingkan sampel beton BNAL. Semakin tinggi persentase pengganti agregat batu pecah koral, semakin kecil berat volume beton sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Penurunan maksimum berat volume beton didapatkan pada sampel beton BAKL-100 dengan persentase penurunan 10% dari sampel beton BNAL. Korelasi kuat berat volume beton dan kuat tekan tidak ditemukan pada penelitian ini. Kecenderungan korelasi masing masing variasi sampel tidak jelas. Demikian pula, hubungan antara berat volume dan kuat tekan diperoleh koefisien korelasi  $R^2 < 0.25$  sebagaimana ditunjukkan pada gambar grafik korelasi.



Gambar 4. Korelasi antara berat volume beton dan kuat tekan 28 hari

#### 4. KESIMPULAN

Penerapan agregat kasar batu koral cenderung menurunkan berat volume beton pencampur air laut. Semakin tinggi persentase pengganti agregat batu koral, semakin kecil berat volume beton. Penurunan maksimum berat volume beton agregat kasar batu pecah koral BAKL mencapai 10% dibandingkan berat volume beton agregat kasar batu pecah normal BNAL. Demikian pula, kuat tekan sampel beton BAKL cenderung menurun dibandingkan kuat tekan sampel beton BNAL. Semakin tinggi persentase substitusi agregat batu koral, semakin rendah kuat tekan beton. Kuat tekan beton menurun maksimum 37% pada sampel beton BAKL-100. Usulan rekomendasi bahwa beton agregat kasar koral pencampur air laut dengan persentase substitusi batu pecah koral lebih besar 50% tidak layak diaplikasikan pada beton struktural sesuai ketentuan SNI 2847:2019.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih dan apresiasi kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) atas dukungan dan bantuan selama proses penelitian ini berlangsung, mulai proses seleksi proposal, pelaksanaan penelitian hingga proses penyusunan laporan akhir. Juga, ucapan terima kasih kepada Institusi PNUP atas dukungan dana yang bersumber dari DIPA PNUP Tahun 2022, sehingga penelitian ini dapat berjalan baik dan sukses.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Neville and J.J. Brooks, *Concrete Technolgy, 2nd Edition*, London: Prentice Hall, 2011.
- [2] Irka Tangke Datu et al, "Influence of Curing Conditions on Strength Characteristics of Sea Sand Mortar," *INTEK Jurnal Penelitian*, vol. 7 no. 2, pp. 160-166, October 2020.
- [3] Herry Yulianto dkk, "Kajian Kuat Tekan Beton Ringan Menggunakan Karang, Pasir Pantai, dan Bahan Tambah Polymer Concrete (Polcon)," *Jurnal Teknik UNIKA Soegijapranata*, vol. 4 no. 2, pp. 82-93, Desember 2020.
- [4] Japan Society of Civil Engineers, *Standard Specifications for Concrete Structures-2002: Material and Construction*. Tokyo: JSCE Japan, 2002.
- [5] Bureau of Indian Standards, *Plain and Reinforced Practice, 4th revision*, Delhi: BIS India, 2000.
- [6] Keisaburo Katano et al, "Properties and Application of Concrete Made with Seawater and Un-Washed Sea Sand," in *Proceeding of 3rd International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies*, pp. 1-10, August 18-22, 2013.
- [7] Shutong Yang et al, "Determination of Fracture Parameters of Seawater Sea Sand Concrete Based on Maximum Fracture Load," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32 no. 1, pp. 1-11, October 2019.
- [8] Agustin Gunawan, "Pengaruh Pencampuran Dua Jenis Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton," *Jurnal Inersia*, vol. 8 no. 1, pp. 59-67, April 2016.
- [9] Adika Kurniawan dkk, "Pengaruh Pemanfaatan Pecahan Terumbu Karang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton," *Jurnal Inersia*, vol. 8 no. 2, pp. 17-23, Oktober 2016.
- [10] Wenjuan Wu et al, "The Effect of Fly Ash and Silica Fume on Mechanical Properties and Durability of Coral Aggregate Concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 185, pp. 69-78, June 2018.
- [11] Adiwijaya et al, "Evaluation of Seawater Mixing and Curing on Strength Characteristics and Porosity of Fly Ash Concrete," in *Proceeding of the 9th International Conference of Asian Concrete Federation (ACF2020/2021)*, pp. 235-243, Nov. 26-27, 2021.
- [12] Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834:2000)*, Jakarta: BSN, 2000.
- [13] Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium (SNI 2493:2011)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011.
- [14] Standar Nasional Indonesia, *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder (SNI 1974:2011)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011.
- [15] Standar Nasional Indonesia, *Spesifikasi Agregat Beton (SNI 8321:2016)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2016.
- [16] Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Pembuatan Kaping untuk Benda Uji Silinder Beton (SNI 6369:2008)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [17] Standar Nasional Indonesia, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2019.